



# CITTA' di PESCARA

Città Vivibile - Settore LL.PP. - Servizio Progettazione, Esecuzione e Collaudo



## Progetto Esecutivo

Art. 41 c.8 - Allegato I.7 Art. 22 del D.Lgs. 36/2023

TITOLO DELL'OPERA	MANUTENZIONE STRAORDINARIA NON PROGRAMMABILE DELLE VIE DELLA CITTA' - ACCORDO QUADRO - ZONA SUD 1 E ZONA SUD 2 (C+D) (Art. 59 del D. Lgs. n. 36 del 31/03/2023)
-------------------	---

Ente finanziatore Committente finanziatore	COMUNE DI PESCARA
---	-------------------

Dirigente del Settore	Ing. Aldo Cicconetti
-----------------------	----------------------

Responsabile del procedimento	Geom. Alessandro Margiovanni
-------------------------------	------------------------------

Progettista	Arch. Raffaella Bettoni
-------------	-------------------------

Coordinatore per la Sicurezza in fase di progettazione	Ing. Antonio Pavone
---	---------------------

Direttore dei Lavori	Arch. Andrea Buccella
----------------------	-----------------------

Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione	Ing. Antonio Pavone
--	---------------------

Geologo	
---------	--

Titolo elaborato	CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO	Elab. 06
------------------	--------------------------------	----------

CITTÀ di PESCARA  
Piazza Italia, 1 65100 Pescara  
ITALIA

CITTA' DI PESCARA - REGIONE ABRUZZO - I - UE  
Riproduzione vietata, tutti i diritti riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi.

Cod. file

COMUNE DI PESCARA  
PROVINCIA DI PESCARA

**SCHEMA DI ACCORDO QUADRO  
PER LE PUBBLICHE AMMINISTRAZIONI**  
(art. 59 del d.lgs. n. 36/2023 e s.m.i.)

per l'esecuzione di:

***“Manutenzione straordinaria non programmabile delle vie della città – Accordo Quadro  
– Quadranti C e D- Zona Sud 1 e 2”***

Codice CUP:

## Prefazione

L'accordo quadro viene concluso tra uno o più Stazioni appaltanti e uno o più operatori economici, ed ha lo scopo di stabilire le clausole relative agli appalti da aggiudicare durante un dato periodo, in particolare per quanto riguarda i prezzi e, se del caso, le quantità previste, ai sensi dell'art. 2, c. 1 lettera n), Allegato I.1, d.lgs. 36/2023.

La stazione appaltante non può ricorrere agli accordi quadro in modo da eludere l'applicazione del codice o in modo da ostacolare, limitare o distorcere la concorrenza.

Il ricorso all'accordo quadro non è ammissibile<sup>(1)</sup> ove l'appalto consequenziale comporti modifiche sostanziali alla tipologia delle prestazioni previste nell'accordo.

Essi costituiscono dei veri e propri "*strumenti di acquisto*" quando gli appalti specifici vengono aggiudicati senza riapertura del confronto competitivo, ovvero "*strumenti di negoziazione*" nel caso in cui gli appalti specifici vengono aggiudicati con riapertura del confronto competitivo.

Gli appalti basati su un accordo quadro non comportano in nessun caso modifiche sostanziali alle condizioni fissate nell'accordo. In particolare, nel caso di un accordo quadro concluso con un solo operatore economico, gli appalti sono aggiudicati entro i limiti delle condizioni fissate nell'accordo quadro stesso. L'amministrazione aggiudicatrice può consultare per iscritto l'operatore economico parte dell'accordo quadro, chiedendogli di completare, se necessario, la sua offerta.

L'accordo quadro, ai sensi dell'art. 59, c. 1 del codice, **non può avere una durata superiore a 4 anni**, salvo casi eccezionali debitamente motivati, in particolare con riferimento all'oggetto dell'accordo quadro.

### Modalità di aggiudicazione

(art. 59 d.lgs. 36/2023 e s.m.i.)

L'accordo quadro è eseguito secondo la seguente modalità:

- secondo i termini e le condizioni dell'accordo quadro, senza riaprire il confronto competitivo, se l'accordo quadro contiene tutti i termini che disciplinano la prestazione dei lavori, dei servizi e delle forniture, nonché le condizioni oggettive per determinare quale degli operatori economici parti dell'accordo quadro effettuerà la prestazione. Tali condizioni sono indicate nei documenti di gara per l'accordo quadro. L'individuazione dell'operatore economico parte dell'accordo quadro che effettuerà la prestazione avviene sulla base di decisione motivata in relazione alle specifiche esigenze dell'amministrazione;
- se l'accordo quadro non contiene tutti i termini che disciplinano la prestazione dei lavori, dei servizi e delle forniture viene riaperto il confronto competitivo tra gli operatori economici parti dell'accordo quadro;
- se contiene tutti i termini che disciplinano la prestazione dei lavori, dei servizi e delle forniture, nonché le condizioni oggettive per determinare quale degli operatori economici parti dell'accordo quadro effettuerà la prestazione, in parte senza la riapertura del confronto competitivo secondo i termini e le condizioni dell'accordo quadro e in parte con la riapertura del confronto competitivo tra gli operatori economici parti dell'accordo quadro, secondo quanto stabilito dalla stazione appaltante nei documenti di gara per l'accordo quadro.

I confronti competitivi di cui ai periodi precedenti si basano sulle stesse condizioni applicate all'aggiudicazione dell'accordo quadro, se necessario precisandole, e su altre condizioni indicate nei documenti di gara per l'accordo quadro, secondo la seguente procedura:

- per ogni appalto da aggiudicare, l'amministrazione aggiudicatrice consulta per iscritto gli operatori economici che sono in grado di eseguire l'oggetto dell'appalto;
- l'amministrazione aggiudicatrice fissa un termine sufficiente per presentare le offerte relative a ciascun appalto specifico, tenendo conto di elementi quali la complessità dell'oggetto dell'appalto e il tempo necessario per la trasmissione delle offerte;
- le offerte sono presentate per iscritto e il loro contenuto non viene reso pubblico fino alla scadenza del termine previsto per la loro presentazione;
- l'amministrazione aggiudicatrice aggiudica l'appalto all'offerente che ha presentato l'offerta migliore sulla base dei criteri di aggiudicazione fissati nei documenti di gara per l'accordo quadro.

## PREMESSA

Il presente Capitolato detta le norme regolanti l'Accordo Quadro ai sensi art. 59 del D.Lgs. 36/2023 da concludersi con un unico operatore per i lavori di "**Manutenzione straordinaria non programmabile delle vie della città – Accordo Quadro – Quadranti C e D- Zona Sud 1 e 2**",

L'Accordo Quadro prevede diverse lavorazioni atte a perseguire obiettivi sia di messa in sicurezza eripristino della funzionalità sia di rinnovamento ed adeguamento della sovrastruttura stradale e del corpo stradale.

Tutte le lavorazioni previste nei successivi contratti attuativi e/o ordini di lavoro devono essere eseguite senza determinare impedimenti, nel rispetto della normativa sui Cantieri stradali e senza che ciò possa dar adito a richiesta di oneri aggiuntivi rispetto ai prezzi offerti in sede di gara.

La documentazione di gara è costituita da:

1. *Relazione Tecnica Generale*
2. *Quadro Tecnico Economico*
3. *Elenco Prezzi Unitari*
4. *Elenco Prezzi Sicurezza*
5. *Computo Metrico*
6. *Capitolato Speciale d'Appalto*
7. *Schema di Contratto*
8. *Incidenza della manodopera*
9. *Incidenza della sicurezza*
10. *Lista delle Lavorazioni e Forniture*
11. *Piano di Sicurezza e Coordinamento*
12. *Layout di Cantiere*
13. *Stima Costi della Sicurezza*
14. *Fascicolo dell'opera*

Il Comune appaltante, per quanto concerne l'esecuzione delle opere appaltate e per ogni conseguente effetto, sarà rappresentata nei rapporti con l'Impresa appaltatrice dalla propria Direzione dei Lavori (che per brevità, nel testo, sarà indicata D.L.) e dal Responsabile del Procedimento, secondo le rispettive competenze.

## **TUTTO CIO' PREMESSO**

### **Art. 1 - Oggetto dell'Accordo Quadro**

Con il presente Accordo Quadro si stabiliscono le tipologie di possibili prestazioni, durata dell'accordo quadro ed il tetto complessivo di spesa entro il quale possono essere affidati i lavori di **manutenzione straordinaria non programmabile delle vie della città**, ivi compresi interventi che possano interessare la rete di smaltimento delle acque meteoriche nonché piccoli interventi di ripristino della segnaletica orizzontale secondo le indicazioni della D.L.

Le aree interessate dall'intervento ricadono all'interno di un perimetro identificato come **Quadranti C e D - Zona Sud 1 e 2**. Tale perimetrazione è indicativa, in quanto la stazione appaltante si riserva, in caso di necessità ed in via del tutto eccezionale, la possibilità di ordinare all'appaltatore l'esecuzione di lavori al di fuori dei quadranti di riferimento, ai medesimi patti e condizioni stabiliti in sede gara e comunque all'interno della somma aggiudicata con l'Accordo.

Le tipologie di prestazioni affidabili sono quelle elencate nell'Elenco prezzi unitari (Allegato del presente capitolato). L'Amministrazione potrà richiedere l'esecuzione di opere rientranti nella categoria indicata al successivo art. 3 anche se non riconducibili a voci ricomprese nell'elenco prezzi allegato al presente capitolato. In tal caso l'aggiudicatario sarà contattato dal Responsabile del Procedimento per definire, in contraddittorio, il nuovo prezzo che a quel punto sarà inserito nell'elenco prezzi e sarà utilizzato per eventuali ulteriori e successivi progetti applicativi/ordini di lavoro del presente accordo quadro.

La durata dell'accordo quadro è stabilita in **anni 1** dalla data di consegna dei lavori. Il tetto di spesa entro il quale potranno essere affidate le prestazioni è stabilito al successivo art. 3.

Il corrispettivo sarà determinato applicando l'Elenco prezzi unitari, al netto dell'offerto ribasso percentuale, al computo metrico predisposto per ciascun affidamento aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza. Il presente Capitolato Speciale di Appalto stabilisce le condizioni e le prescrizioni che resteranno in vigore per tutta la durata dell'accordo quadro e che regoleranno i successivi contratti applicativi/ordini di lavoro.

Con la conclusione dell'accordo quadro l'Aggiudicatario si impegna ad assumere i lavori che successivamente e

progressivamente saranno richiesti dall'Amministrazione ai sensi dell'accordo quadro entro il periodo di validità dell'accordo quadro stesso ed entro il tetto di spesa previsto. L'Aggiudicatario non avrà nulla da pretendere in relazione al presente accordo quadro fintantoché l'Amministrazione non avrà provveduto alla consegna formale dei lavori o non avrà dato luogo ai successivi contratti applicativi e/o ordini di lavoro. Il presente accordo quadro non determina pertanto alcun obbligo in capo all'amministrazione comunale ma unicamente l'obbligo, di applicare le condizioni contrattuali predefinite nell'accordo quadro stesso.

I singoli affidamenti comprenderanno tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessari per dare le opere compiute in tutte le loro parti secondo le condizioni e le prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale di Appalto ed in ogni successivo contratto applicativo e/o ordine di lavoro, con le condizioni contrattuali riportate nel presente Capitolato Speciale di Appalto.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

E' vietata la cessione dell'Accordo Quadro sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

### **Art. 2 - Definizione di Appalti Specifici**

1. Al fine di aggiudicare un Appalto Specifico basato sul presente Accordo Quadro, la Stazione appaltante procede:

**a)** alla definizione dell'oggetto del singolo appalto, indicando le prestazioni base e le eventuali opzionali e/o accessorie, e alla definizione della stima del valore del contratto, nel rispetto delle condizioni stabilite nel presente Accordo Quadro e suoi allegati e nei limiti di quanto precisato nell'Appalto Specifico;

**b)** ad indicare le basi d'asta;

**c)** all'invio della Richiesta di Offerta ai Contraenti, nel rispetto delle condizioni previste nel presente Accordo Quadro e nel Capitolato d'Oneri e delle eventuali indicazioni precisate dalla stessa Stazione appaltante nella Richiesta di Offerta;

**d)** all'analisi e alla valutazione delle offerte ricevute nei termini, in ragione del criterio di aggiudicazione e dei criteri di valutazione stabiliti dall'Amministrazione medesima nella Richiesta di Offerta, nonché alle condizioni stabilite nel presente Accordo Quadro, nel Capitolato d'Oneri, e/o eventualmente precisate dalla Stazione appaltante;

**e)** all'aggiudicazione dell'Appalto Specifico e alla stipula del relativo Contratto in favore del Contraente che avrà presentato la migliore offerta e che, pertanto, risulterà essere l'aggiudicatario del confronto competitivo tra i contraenti parti del presente Accordo Quadro.

### **Avvalimento**

1. L'avvalimento è il contratto con il quale una o più imprese ausiliarie si obbligano a mettere a disposizione di un operatore economico, che concorre in una procedura di gara, dotazioni tecniche e risorse umane e strumentali per tutta la durata dell'appalto, ai sensi dell'art. 104 c. 1 del d.lgs. 36/2023.

2. L'operatore economico, singolo o in raggruppamento, per un determinato appalto, può soddisfare la richiesta relativa al possesso dei requisiti di carattere economico, finanziario, tecnico e professionale di cui all'art. 100 del d.lgs. 36/2023, necessari per partecipare ad una procedura di gara, avvalendosi delle capacità di altri soggetti, anche partecipanti al raggruppamento, a prescindere dalla natura giuridica dei suoi legami con questi ultimi.

3. Ai sensi di quanto stabilito all'art. 104 c. 9 del codice, le Stazioni appaltanti contraenti eseguono in corso d'esecuzione del Contratto le verifiche sostanziali circa l'effettivo possesso dei requisiti e delle risorse oggetto dell'avvalimento da parte dell'impresa ausiliaria, nonché l'effettivo impiego delle risorse medesime nell'esecuzione dell'appalto. A tal fine la Stazione appaltante accerta in corso d'opera che le prestazioni oggetto del contratto sono svolte direttamente dalle risorse umane e strumentali dell'impresa ausiliaria che il Contraente utilizza in adempimento degli obblighi derivanti dal contratto di avvalimento.

4. L'operatore economico si impegna a produrre regolare contratto di avvalimento<sup>(1)</sup> concluso con l'eventuale impresa ausiliaria che gli conferisce dotazioni tecniche e risorse umane e strumentali per tutta la durata dell'appalto.

### **Art. 3 - Importo dell'Accordo Quadro**

1. L'importo complessivo stimato dell'accordo quadro, ammonta a € **223.794,86 (EURO DUECENTOVENTITREMILASETTECENTONOVANTAQUATTRO/86)** IVA esclusa, comprensivi di oneri per la sicurezza che verranno quantificati in relazione a ciascun intervento affidato nell'ambito degli appalti specifici (o contratti attuativi).

2. Le prestazioni oggetto dell'Accordo Quadro sono riconducibili alla/e seguente/i categoria/e:

Descrizione	Categoria	Classe	Qualificazione obbligatoria	Importo
<b><i>Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane</i></b>	<b><i>OG03</i></b>	<b><i>I</i></b>	<b><i>si</i></b>	<b><i>223.794,86</i></b>

**L'IMPORTO DEI LAVORI A BASE D'ASTA È COSÌ DETERMINATO:**

<b>A) Importo per lavori</b>				
<b>A1</b>	Importo totale lavori da computo metrico			<b>€ 218 000,00</b>
<b>A1.1</b>	di cui stima incidenza manodopera			€ 24 083,70
<b>A1.2</b>	di cui stima incidenza sicurezza aziendale			€ 6 787,60
<b>A2</b>	Importo oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso d'asta			<b>€ 5 794,86</b>
<b>Sommano (A1 + A2) :</b>				<b>€ 223 794,86</b>
<b>IMPORTO LAVORI A BASE D'ASTA (A1-A1.1-A1.2)</b>				<b>€ 187 128,70</b>

3. I singoli interventi saranno disciplinati e liquidati dall'**Elenco Prezzi unitari IN ALLEGATO** approvato dalle Parti.

#### **Art. 4 - Clausola di revisione dei prezzi**

1. La Stazione appaltante, ai fini dell'esecuzione dell'accordo nei limiti delle risorse complessivamente stanziato per il finanziamento dei lavori e fermo restando il ribasso formulato in sede di offerta, dà luogo ad una revisione dei prezzi ai sensi dell'art. 60 del d.lgs. 36/2023. Tale aggiornamento terrà conto delle risultanze dei prezzari regionali aggiornati.

2. Qualora nel corso dell'esecuzione del contratto, i prezzi dei materiali da costruzione subiscano delle variazioni in aumento o in diminuzione, tali da determinare un aumento o una diminuzione dei prezzi unitari utilizzati, l'appaltatore avrà diritto ad un adeguamento compensativo. Se la variazione del costo dell'opera, in aumento o in diminuzione, sia superiore al **5%** rispetto al prezzo dell'importo complessivo, si dà luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale **eccedente il 5% e comunque in misura pari all'80% di detta eccedenza**.

3. La compensazione è determinata considerando gli indici sintetici di costo di costruzione elaborati dall'ISTAT<sup>(1)</sup>.

4. Le variazioni sono valutate in base ai prezzi di contratto ai sensi dell'allegato II.14 art. 5 c.7 e 8, tuttavia, se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbano impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale, si provvede alla formazione di nuovi prezzi. I nuovi prezzi delle lavorazioni o materiali sono valutati:

- desumendoli dai prezzari di cui all'art. 41 del codice, ove esistenti;
- ricavandoli totalmente o parzialmente da nuove analisi effettuate avendo a riferimento i prezzi elementari di mano d'opera, materiali, noli e trasporti alla data di formulazione dell'offerta, attraverso un contraddittorio tra il direttore dei lavori e l'esecutore, e approvati dal RUP.

Qualora dai calcoli effettuati risultino maggiori spese rispetto alle somme previste nel quadro economico, i prezzi, prima di essere ammessi nella contabilità dei lavori, sono approvati dalla stazione appaltante, su proposta del RUP.

Se l'esecutore non accetta i nuovi prezzi così determinati e approvati, la stazione appaltante può ingiungergli l'esecuzione delle lavorazioni o la somministrazione dei materiali sulla base di detti prezzi, comunque ammessi

nella contabilità; ove l'esecutore non iscriva riserva negli atti contabili, i prezzi si intendono definitivamente accettati.

5. Per far fronte ai maggiori oneri derivanti dalla revisione prezzi la stazione appaltante utilizza:

- nel limite del 50%, le risorse appositamente accantonate per imprevisti nel quadro economico di ogni intervento, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, e le eventuali ulteriori somme a disposizione della medesima stazione appaltante e stanziare annualmente relativamente allo stesso intervento;
- le somme derivanti da ribassi d'asta, se non ne è prevista una diversa destinazione dalle norme vigenti;
- le somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della medesima stazione appaltante e per i quali siano stati eseguiti i relativi collaudi o emessi i certificati di regolare esecuzione, nel rispetto delle procedure contabili della spesa e nei limiti della residua spesa autorizzata disponibile.

#### **Art. 5 - Durata dell'Accordo Quadro e degli appalti specifici**

1. Il presente Accordo Quadro ha una durata **12 (DODICI) MESI** decorrenti dalla data della relativa stipula.

2. Le Parti convengono espressamente che per durata dell'Accordo Quadro si intende il periodo di efficacia del presente atto entro il quale la Stazione appaltante potrà procedere ad inviare al Contraente, i singoli Contratti attuativi. Ne consegue che l'esecuzione dei singoli Contratti sarà regolata dal presente Accordo Quadro, anche quando, pur essendo intervenuta la richiesta di stipula entro il termine di durata dell'Accordo Quadro, l'esecuzione dei Contratti si protrae oltre la durata dell'Accordo Quadro medesimo.

3. La Stazione appaltante potrà recedere dall'Accordo Quadro prima della scadenza dandone comunicazione scritta al Contraente a mezzo di lettera raccomandata A.R. ovvero Posta Elettronica Certificata, con almeno \$MANUAL\$ mesi di preavviso, fatto salvo il minimo garantito e l'efficacia dei singoli Contratti attuativi regolarmente stipulati prima del recesso, fino alla scadenza degli stessi.

4. La Stazione appaltante, in conformità a quanto disposto all'art. 120 del d.lgs. 36/2023, si riserva la facoltà, in corso di esecuzione, di modificare la durata del contratto, con comunicazione inviata a mezzo PEC al Contraente, prorogandolo per il tempo strettamente necessario alla conclusione delle procedure necessarie per l'individuazione di un nuovo Contraente, ivi inclusa la stipula del contratto. In tal caso il Contraente è tenuto all'esecuzione delle prestazioni previste nel contratto ai medesimi prezzi, patti e condizioni, o a quelli più favorevoli per la Stazione appaltante.

5. In ogni caso l'accordo quadro non avrà durata superiore a 4 anni, salvo casi eccezionali debitamente motivati da questa Stazione Appaltante con riferimento all'oggetto dell'accordo.

#### **Art. 6 - Controlli**

1. Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione di ogni singolo intervento le stazioni appaltanti, prima di ciascun affidamento, istituiscono un ufficio di direzione lavori o di esecuzione, costituito da un direttore dei lavori o da un direttore di esecuzione, ove nominato. In relazione alla complessità dell'intervento il direttore dei lavori può essere supportato da uno o più direttori operativi, da ispettori di cantiere, ed eventualmente da figure professionali competenti in materia informatica aventi mansioni specificate all'art. 2, Allegato II.14 del codice.

2. Il direttore dei lavori o di esecuzione, ove nominato, ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto l'ufficio di direzione, ed interloquisce in via esclusiva con il Contraente in merito agli aspetti tecnici ed economici del singolo appalto. Ha inoltre la specifica responsabilità dell'accettazione dei materiali, sulla base anche del controllo quantitativo e qualitativo degli accertamenti ufficiali delle caratteristiche meccaniche di questi.

3. Al direttore dei lavori o di esecuzione, ove nominato, fanno capo tutte le attività ed i compiti elencati all'art. 1, Allegato II.14 del Codice.

4. Il Contraente collaborerà attivamente con tali figure e/o con i loro assistenti in tutte le modalità possibili al conseguimento dei fini citati nel presente articolo.

#### **Art. 7 - Osservanza dell'accordo quadro e discordanze**

1. I singoli Appalti Specifici ed i relativi contratti attuativi saranno regolati dalle disposizioni in essi previste in attuazione e/o integrazione dei contenuti del presente Accordo Quadro, nonché da quanto verrà stabilito nella Richiesta di Offerta.

2. In caso di contrasto o difficoltà interpretativa tra quanto contenuto nel presente Accordo Quadro e relativi Allegati, da una parte, e quanto dichiarato nell'Offerta Tecnica, dall'altra parte, prevarrà quanto contenuto nei primi, fatto comunque salvo il caso in cui l'Offerta Tecnica contenga, a giudizio della Stazione appaltante, previsioni migliorative rispetto a quelle contenute nel presente Accordo Quadro e relativi Allegati.

3. Nel caso in cui dovessero sopraggiungere provvedimenti di pubbliche autorità dai contenuti non suscettibili di inserimento di diritto nel presente Accordo Quadro e nei contratti attuativi e che fossero parzialmente o totalmente incompatibili con l'Accordo Quadro e relativi Allegati e/o con i contratti attuativi, la Stazione appaltante da un lato, e il Contraente, dall'altro, potranno concordare le opportune modifiche ai richiamati documenti sul presupposto di un'equa conciliazione dei rispettivi interessi e nel rispetto dei relativi criteri di aggiudicazione della procedura.

#### **Art. 8 - Risoluzione dell'Accordo**

1. La Stazione Appaltante ha facoltà di risolvere il contratto di appalto, senza limiti di tempo, se ricorre una delle seguenti condizioni:

- a) modifica sostanziale del contratto, ai sensi dell'art. 120 c. 6 del d.lgs. 36/2023;
- b) modifiche dettate dalla necessità di lavori supplementari non inclusi nell'appalto e varianti in corso d'opera (art. 120 c.1 lett. b), c), del codice) nel caso in cui l'aumento di prezzo eccede il 50 % del valore del contratto iniziale;
- c) la modifica del contratto supera le soglie di rilevanza europea (art. 14 del codice);
- d) la modifica supera il 15% del valore iniziale del contratto per i contratti di lavori;
- e) ricorre una delle cause di esclusione automatica previste dall'art. 94 c. 1 del codice;
- f) violazione degli obblighi derivanti dai trattati, come riconosciuto dalla Corte di giustizia dell'Unione europea in un procedimento, ai sensi dell'art. 258 del TFUE;
- g) decadenza dell'attestazione di qualificazione dell'esecutore dei lavori a causa di falsa documentazione o dichiarazioni mendaci;
- h) provvedimento definitivo che dispone l'applicazione di misure di prevenzione.

2. Il contratto si intende risolto nel caso di grave inadempimento delle obbligazioni contrattuali da parte dell'appaltatore.

#### **Art. 9 - Pagamenti**

1. Ai sensi dell'art. 125 del d.lgs. 36/2023, sul valore del contratto d'appalto viene calcolato l'importo dell'anticipazione del prezzo pari al 20%<sup>(1)</sup> da corrispondere all'appaltatore entro 15 giorni dall'effettivo inizio della prestazione.

2. Il Contraente avrà diritto a pagamenti in acconto, in corso d'opera, ogni qual volta il suo credito, al netto del ribasso d'asta e delle prescritte ritenute, **raggiunga la cifra corrispondente al 50 (CINQUANTA) PERCENTO dell'importo lavori contrattualizzato** dal presente accordo quadro ovvero dal singolo contratto attuativo.

2. Ai sensi dell'art. 125, c. 2 del codice, il termine per il pagamento relativi agli acconti del corrispettivo di appalto non può superare i 30 giorni decorrenti dall'adozione di ogni stato di avanzamento dei lavori, salvo che sia diversamente ed espressamente concordato dalle parti.

I certificati di pagamento delle rate di acconto sono emessi dal RUP, previa verifica della regolarità contributiva dell'esecutore e dei subappaltatori, sulla base dei documenti contabili indicanti la quantità, la qualità e l'importo dei lavori eseguiti, contestualmente all'adozione di ogni stato di avanzamento dei lavori e comunque entro un termine non superiore a sette giorni dall'adozione degli stessi.

3. Alle eventuali cessioni del corrispettivo si applica l'art. 120, c. 12 del codice<sup>(4)</sup>.

4. I certificati di pagamento non costituiscono presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, c. 2, del c.c.

#### **Art. 10 - Obblighi a carico del Contraente**

1. Il Contraente dichiara e garantisce di possedere le capacità tecniche, finanziarie ed organizzative per l'erogazione delle prestazioni oggetto dell'Accordo Quadro e si impegna ad eseguire le attività richieste a perfetta regola d'arte e nel pieno rispetto delle specifiche tecniche e dei livelli di servizio indicati nel Capitolato Tecnico e, se migliorativi, nella propria Offerta Tecnica.

2. Il Contraente eseguirà le prestazioni oggetto del presente Accordo Quadro con gestione a proprio rischio e con autonoma organizzazione dei mezzi necessari all'esecuzione dell'Accordo Quadro, nel rispetto di ogni

normativa applicabile, vigente e/o futura. A tal fine, il Contraente si impegna espressamente a manlevare e tenere indenne la Stazione Appaltante da tutte le conseguenze derivanti dall'eventuale inosservanza delle norme e prescrizioni in tema di sicurezza, igiene del lavoro ed ambiente.

3. Il Contraente si impegna a prestare l'attività oggetto del presente Accordo Quadro con la diligenza professionale richiesta dalla natura, dall'oggetto e dalla tipologia delle prestazioni appaltate, nel pieno rispetto ed in conformità di tutte le disposizioni legislative e regolamentari vigenti o che dovessero essere emanate nel corso di durata del presente Accordo Quadro. Le Parti convengono espressamente che gli eventuali maggiori oneri che dovessero derivare dall'osservanza delle predette disposizioni resteranno ad esclusivo carico del Contraente, intendendosi remunerati con il corrispettivo contrattuale. Il Contraente non potrà, pertanto, avanzare a tale titolo alcuna pretesa di ulteriori compensi.

4. Il Contraente si impegna, altresì, a consentire alla Stazione appaltante di procedere, in qualsiasi momento ed anche senza preavviso, alle verifiche sulla piena e corretta esecuzione del presente Accordo Quadro, impegnandosi sin d'ora a prestare la propria collaborazione per consentire lo svolgimento delle predette verifiche.

5. Il Contraente si impegna, inoltre, a rispettare tutte le eventuali indicazioni relative all'esecuzione contrattuale che dovessero essere impartite dalla Stazione appaltante, nonché a dare a quest'ultima immediata comunicazione di ogni circostanza che abbia influenza sull'esecuzione del presente Accordo Quadro.

6. Il Contraente, per le prestazioni contrattuali da svolgersi nei luoghi della Stazione appaltante nei tempi e nei modi concordati, si impegna a rispettare tutte le prescrizioni di sicurezza ed accesso previste dalla relativa normativa vigente ed indicate nelle note informative allegate al presente Accordo Quadro e ad eseguire le predette prestazioni senza recare intralci, disturbi e/o interruzioni ad eventuali altre attività lavorative in atto.

7. Ai sensi dell'art. 119, c. 2 del codice, con riferimento a tutti i sub-contratti stipulati dal Contraente per l'esecuzione del contratto, è fatto obbligo allo stesso di comunicare, alla Stazione appaltante, il nome del sub-contraente, l'importo del contratto, l'oggetto delle attività, delle forniture e dei servizi affidati.

#### **Art. 11 - *Obblighi del Contraente relativi alla tracciabilità dei flussi finanziari***

1. Il Contraente assume tutti gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'articolo 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136 e successive modifiche.

2. Il Contraente si impegna a dare immediata comunicazione alla Stazione appaltante ed alla prefettura-ufficio territoriale del Governo della provincia di PESCARA della notizia dell'inadempimento della propria controparte (subappaltatore/subcontraente) agli obblighi di tracciabilità finanziaria. Il mancato utilizzo del bonifico bancario o postale ovvero degli altri strumenti idonei a consentire la piena tracciabilità delle operazioni costituisce causa di risoluzione dell'Accordo quadro.

3. Nei singoli Appalti Specifici potranno essere definite ulteriori regole sugli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui alla Legge 13 agosto 2010, n. 136.

#### **Art. 12 - *Penali***

1. Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione di ciascun Appalto Specifico, verrà applicata per ciascun giorno di ritardo una penale calcolata nella misura stabilita pari **all'1 (UNO)** per mille dell'ammontare netto contrattuale e complessivamente nel limite massimo del 10% di detto ammontare netto contrattuale.

2. Tutte le penali sono contabilizzate in detrazione, in occasione di ogni pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo, e sono imputate mediante ritenuta sull'importo della rata di saldo in sede di collaudo finale.

#### **Art. 13 - *Garanzia e copertura assicurativa***

1. A garanzia del puntuale ed esatto adempimento del presente accordo quadro, il contraente è obbligato a prestare la garanzia definitiva (art. 117 d.lgs. 36/2023) con le modalità previste dall'art. 106 del d.lgs. 36/2023, richiamata in premessa, per l'importo **di € 500.000,00 (EURO CINQUECENTOMILA/00)**.

2. Nel caso si verificano inadempimenti contrattuali ad opera del Contraente, la Stazione appaltante incamererà in tutto od in parte la garanzia di cui al comma precedente, fermo restando che il Contraente stesso dovrà provvedere, ove non sia attivata la procedura di risoluzione, alla sua ricostituzione entro **5 (CINQUE)** giorni dalla richiesta del RUP.

3. La garanzia opera per tutta la durata dell'Accordo Quadro e, comunque, sino alla completa ed esatta esecuzione delle obbligazioni nascenti dall'Accordo Quadro e dai singoli Contratti applicativi e sarà svincolata, previa deduzione di eventuali crediti della Stazione appaltante verso il Contraente, a seguito della piena ed esatta esecuzione delle predette obbligazioni e decorsi detti termini. La garanzia cessa di avere effetto solo alla

data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione secondo le modalità previste dall'art. 117, c. 8 del codice.

4. È a carico del Contraente la responsabilità di danni a persone e cose, sia per quanto riguarda i dipendenti ed i materiali di sua proprietà, sia per quelli che essa dovesse arrecare a terzi in conseguenza dell'esecuzione dei lavori e delle attività connesse, sollevando la Stazione appaltante da ogni responsabilità al riguardo. Il Contraente attiverà, in relazione a quanto precede, polizza assicurativa per danni di esecuzione e responsabilità civile verso terzi, ai sensi dell'art. 117, c. 10 del codice, per un importo garantito **di Euro 500.000,00 (EURO CINQUECENTOMILA/00)**, così come previsto nel bando di gara o lettera di invito, a garanzia dei danni eventualmente derivanti dall'esecuzione, ed Euro **Euro 500.000,00 (EURO CINQUECENTOMILA/00)** per quanto attiene la responsabilità civile verso terzi. L'importo della somma da assicurare corrisponde a quello del contratto<sup>(1)</sup>. Tale polizza assicura la stazione appaltante contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori il cui massimale è pari al **5%** della somma assicurata per le opere con un minimo di 500.000 euro ed un massimo di 5.000.000 di euro. La copertura assicurativa decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione o comunque decorsi **12 mesi** dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.

#### **Art. 14 - Subappalto**

1. L'affidamento in subappalto è subordinato al rispetto delle disposizioni di cui all'articolo 119 del D.Lgs. n. 36/2023 e deve essere sempre autorizzato dalla stazione appaltante.

2. La stazione appaltante ha preventivamente indicato nei documenti di gara le prestazioni o lavorazioni oggetto del contratto da eseguire a cura dell'aggiudicatario sulla base:

- delle caratteristiche dell'appalto, ivi comprese quelle di cui all'articolo 104 comma 11 de D.Lgs. 36/2023;
- dell'esigenza di rafforzare il controllo delle attività di cantiere e più in generale dei luoghi di lavoro e di garantire una più intensa tutela delle condizioni di lavoro e della salute e sicurezza dei lavoratori ovvero di prevenire il rischio di infiltrazioni criminali, a meno che i subappaltatori siano iscritti nell'elenco dei fornitori, prestatori di servizi ed esecutori di lavori di cui al comma 52 dell'articolo 1 della L. 190/2012, ovvero nell'anagrafe antimafia degli esecutori istituita dall'articolo 30 del D.L. 189/2016, convertito, con modificazioni, dalla L. 229/2016, tenuto conto della natura o della complessità delle prestazioni o delle lavorazioni da effettuare.

3. A pena di nullità, fatto salvo quanto previsto dall'articolo 120 comma 1, lettera d) del D.Lgs. 36/2023, il contratto non può essere ceduto e non può essere affidata a terzi l'integrale esecuzione delle prestazioni o lavorazioni, nonché la prevalente esecuzione delle lavorazioni relative al complesso delle categorie prevalenti e dei contratti ad alta intensità di manodopera.

4. L'affidatario può affidare in subappalto le opere o i lavori, compresi nel contratto, previa autorizzazione della stazione appaltante, purché:

- il subappaltatore sia qualificato per le lavorazioni e le prestazioni da eseguire;
- non sussistano a suo carico le cause di esclusione di cui al Capo II del Titolo IV della Parte V del Libro II del D.Lgs. 36/2023;
- all'atto dell'offerta siano stati indicati i lavori o le parti di opere che si intende subappaltare.

5. L'affidatario deposita il contratto di subappalto presso la stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni. Al momento del deposito del contratto, l'affidatario trasmette la dichiarazione del subappaltatore attestante l'assenza dei motivi di esclusione di cui agli articoli 94 e 95 del D.Lgs. 36/2023, il possesso dei requisiti di cui agli articoli 100 e 103 del codice. La stazione appaltante verifica la dichiarazione tramite la Banca dati nazionale di cui all'articolo 23 del D.Lgs. 36/2023.

6. L'affidatario sostituisce, previa autorizzazione della stazione appaltante, i subappaltatori relativamente ai quali, all'esito di apposita verifica, sia stata accertata la sussistenza di cause di esclusione di questi ultimi.

7. Il contratto di subappalto, corredato della documentazione tecnica, amministrativa e grafica, direttamente derivata dagli atti del contratto affidato, indica puntualmente l'ambito operativo del subappalto, sia in termini prestazionali che economici.

8. L'affidatario e il subappaltatore sono responsabili in solido nei confronti della stazione appaltante in relazione alle prestazioni oggetto del contratto di subappalto.

9. L'affidatario è responsabile in solido con il subappaltatore in relazione agli obblighi retributivi e contributivi, ai sensi dell'articolo 29 del D.Lgs. n. 276/2003.

#### **Art. 15 - Piani di sicurezza**

1. Il Contraente dichiara di conoscere e rispettare i principi generali di prevenzione in materia di sicurezza ed igiene del lavoro sanciti dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i. e di essere edotto, in proposito, dell'opera e dell'ambiente in cui è chiamato ad operare.

2. Le imprese esecutrici sono altresì obbligate al rispetto di tutte le norme vigenti in materia di sicurezza negli ambienti di lavoro, ivi compresa quelle in materia di sicurezza dei cantieri, e delle prescrizioni contenute nei piani per la sicurezza di cui al Titolo IV del d.lgs. 81/2008 e s.m.i.

#### **Art. 16 - Oneri previdenziali e pagamento dei lavoratori**

1. Il Contraente è obbligato:

- ad applicare al personale impiegato nei lavori oggetto di appalti pubblici e concessioni il contratto collettivo nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni di lavoro stipulato dalle associazioni dei datori e dei prestatori di lavoro comparativamente più rappresentative sul piano nazionale e quelli il cui ambito di applicazione sia strettamente connesso con l'attività oggetto dell'appalto o della concessione svolta dall'impresa anche in maniera prevalente;
- a rispettare tutte le norme in materia retributiva, contributiva, previdenziale, assistenziale, assicurativa, sanitaria, previste dalla vigente normativa;
- ad essere in regola con le disposizioni di cui alla Legge 68/1999.

2. In caso di inadempienza contributiva risultante dal documento unico di regolarità contributiva relativo a personale dipendente del Contraente o del subappaltatore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nell'esecuzione del contratto, la Stazione appaltante tratterà dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza per il successivo versamento diretto agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile.

In ogni caso sull'importo netto progressivo delle prestazioni sarà operata una ritenuta dello 0,50 per cento; le ritenute potranno essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della Stazione appaltante del certificato di collaudo o di verifica di conformità, previo rilascio del documento unico di regolarità contributiva.

#### **Art. 17 - Controversie**

1. Per qualsiasi controversia dovesse insorgere tra le Parti in ordine al presente Accordo Quadro e relativi Contratti attuativi comprese quelle relative alla sua validità, interpretazione, esecuzione e risoluzione, sarà competente in via esclusiva il **Foro di PESCARA**.

#### **Art. 18 - Oneri diversi**

1. Il Contraente si obbliga:

- a comunicare tempestivamente alla Stazione Appaltante ogni modifica intervenuta negli assetti societari e nella struttura dell'impresa, nonché negli organismi tecnici ed amministrativi;
- a trasmettere alla Stazione appaltante e, per suo tramite gli eventuali subappaltatori, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, ove presente, assicurativi e antinfortunistici, nonché copia del piano di sicurezza.

2. Sono a carico del Contraente tutti gli oneri anche tributari e le spese contrattuali relative al presente Accordo Quadro e ai relativi Contratti attuativi ivi inclusi, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle notarili, bolli, carte bollate, tasse di registrazione, ecc., ad eccezione di quelle che fanno carico per legge alla Stazione appaltante.

3. Le Parti si danno reciprocamente atto che, ai sensi di quanto previsto all'art. 5 del d.m. 2 dicembre 2016, n. 248, il Contraente sarà tenuto a rimborsare alla Stazione appaltante, entro 60 giorni dall'aggiudicazione, le spese relative alla pubblicazione del bando e dell'avviso di aggiudicazione sui giornali, nella misura degli importi effettivamente pagati.

#### **Art. 19 - Allegati**

1. Le premesse e tutti gli allegati di seguito indicati costituiscono parte integrante ed essenziale del presente Accordo Quadro:

- 15. Relazione Tecnica Generale*
- 16. Quadro Tecnico Economico*
- 17. Elenco Prezzi Unitari*
- 18. Elenco Prezzi Sicurezza*
- 19. Computo Metrico*
- 20. Capitolato Speciale d'Appalto*

- 21. *Schema di Contratto*
- 22. *Incidenza della manodopera*
- 23. *Incidenza della sicurezza*
- 24. *Lista delle Lavorazioni e Forniture*
- 25. *Piano di Sicurezza e Coordinamento*
- 26. *Layout di Cantiere*
- 27. *Stima Costi della Sicurezza*
- 28. *Fascicolo dell'opera*

2. Resta inteso che in caso di contrasto tra le norme contenute nei documenti allegati e tra queste ed il contenuto del presente Accordo Quadro, si intenderanno applicabili esclusivamente le disposizioni che garantiscono un regime più favorevole per la Stazione appaltante;
3. L'esecuzione del presente Accordo Quadro è, dunque, regolata:
- a) dalle clausole del presente documento, dei relativi allegati e dai singoli Contratti attuativi che costituiscono la manifestazione integrale di tutti gli accordi intervenuti tra la Stazione appaltante e il Contraente;
  - b) dalle disposizioni emanate con riferimento alla normativa di settore;
  - c) dal d.lgs. 36/2023 e s.m.i. (Codice dei contratti pubblici) e di tutti i suoi Allegati;
  - d) dal codice civile e dalle altre disposizioni normative in materia di contratti di diritto privato per quanto non regolato dalle disposizioni sopra richiamate;
  - e) linee Guida ANAC in quanto applicabili;

#### **Art. 20 - Clausola finale**

1. Il presente Accordo Quadro ed i suoi Allegati costituiscono manifestazione integrale della volontà negoziale delle parti che hanno altresì preso piena conoscenza di tutte le relative clausole, che dichiarano quindi di approvare singolarmente e nel loro insieme. Le Parti si danno atto e convengono espressamente che l'eventuale invalidità o inefficacia di una o più clausole non comporterà l'invalidità, l'inefficacia, o comunque lo scioglimento dell'intero Accordo Quadro, che sarà in tal caso interpretato ed eseguito come se gli articoli nulli non fossero stati apposti.

2. Per tutto quanto non espressamente previsto nel presente Accordo Quadro, si fa rinvio alla documentazione allegata ed alle leggi vigenti in materia.

---

## CAPITOLATO TECNICO

---

### MODALITA' DI ESECUZIONE

#### Art. 21 - Scavi di sbancamento

1. Per scavo di sbancamento si intende quello praticato al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno ed aperto almeno da un lato.  
Ancora per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, per tagli di terrapieni, per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai, rampe incassate o trincee stradali, ecc., e in generale tutti quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie.
2. Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al D.M. 17/01/2018, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla direzione dei lavori. Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate. L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.  
**Per gli interventi di scavo, scasso o bitumatura su suolo pubblico si dovranno osservare precauzioni tali da non danneggiare le radici degli alberi esistenti come specificato all'art. 12 del vigente REGOLAMENTO DI TUTELA DEL VERDE URBANO di cui alla deliberazione del CC. n° 132 del 08/09/2007. Le operazioni di scavo entro le aree di pertinenza degli alberi, dovranno essere effettuate manualmente o mediante attrezzi idonei che non rechino danni a radici, salvo diversa disposizione dei tecnici del Servizio Progetti Strategici e Verde Urbano. Eventuali recisioni di radici di diametro superiore a 2 cm dovranno essere eseguite con tagli netti. Viene fatto divieto, in ogni caso, di recidere a strappo le radici o, comunque, lesionarle con ferite laceranti; in caso contrario, si incorrerà nelle sanzioni pecuniarie previste all'art. 27 del sopraccitato Regolamento. Gli scavi nella zona degli alberi non dovranno restare aperti per più di una settimana. Qualora dovessero verificarsi interruzioni dei lavori, gli scavi dovranno essere riempiti provvisoriamente o, comunque, mantenuti umidi. In alternativa, le radici dovranno essere protette con un'apposita stuoia e contemporaneamente mantenute umide. In pericolo di gelo, le pareti dello scavo nella zona delle radici dovranno essere coperte provvisoriamente con materiale isolante.**
3. Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile della direzione dei lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili a sua cura e spese.
4. Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate, previo assenso della direzione dei lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

#### Art. 22 - Trasporti

1. La movimentazione del materiale nell'ambito di cantiere deve avvenire a mano o con l'ausilio di mezzi meccanici.  
Se la movimentazione avviene a mano o con l'ausilio di piccoli attrezzature da lavoro (pala, carriola, carderella, secchi etc.), si deve procedere dall'alto verso il basso, attuando le opportune cautele al fine di evitare cadute incontrollate di materiale, caricandolo sugli idonei mezzi di trasporto, quali per esempio, secchi, carrette, moto carrette, benne di mezzi d'opera o altro. Se l'operazione viene effettuata con la pala, il materiale da sollevare deve essere di dimensione e peso idonei rispetto alla dimensione della pala stessa. Per il superamento dei dislivelli, si devono utilizzare degli elevatori (piattaforme, carrelli elevatori, montacarichi, gru a torre etc.) e qualora si movimentino carichi con la carriola si devono realizzare idonee passerelle o andatoie con pannelli di legno o similari.

La movimentazione con mezzi meccanici deve essere effettuata da personale qualificato e formato, che utilizzi attrezzature e mezzi d'opera certificati e collaudati.

2. La gestione e l'utilizzo dei materiali di scavo avverrà secondo quanto previsto dal progetto e dalla normativa, tra cui il formulario identificativo di trasporto dei rifiuti ai sensi dell'art. 193 del D.Lgs. n. 152 del 152/2006.

### **Art. 23 - Fognatura**

1. Gli scavi per la posa in opera, dovranno essere costituiti da livellette raccordate da curve e, laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, occorrerà preparare il piano di posa con un letto di sabbia; qualora fosse più indicata la realizzazione di un massetto, lo stesso sarà realizzato con un conglomerato cementizio magro.
2. Lo scarico dei tubi, di qualunque materiale, dai mezzi di trasporto, sarà da effettuarsi prendendo tutte le precauzioni necessarie ad evitare danni sia ai tubi che ai rivestimenti: prima di essere messi a posto, i singoli elementi saranno accuratamente puliti.
3. Le tubazioni saranno montate da personale specializzato. Eseguite le giunzioni, con la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, si procederà al controllo della posizione altimetrica e planimetrica della condotta ed alle conseguenti eventuali rettifiche che saranno a totale carico dell'impresa.  
Nell'interno ed in corrispondenza dei giunti i tubi dovranno essere perfettamente puliti; sarà evitata la loro posa in opera in presenza d'acqua o di fango e nel tubo non dovranno rimanere corpi estranei, terra, sassi, sabbia od impurità di sorta.
4. Ogni tratta compresa fra un pozzetto e l'altro dovrà essere perfettamente rettilinea e di pendenza costante in accordo ai profili approvati dalla Direzione Lavori.  
Tutti i cambiamenti di direzione e di pendenza della condotta dovranno essere eseguiti tramite un pozzetto di ispezione. Mediante una livella dovrà essere costantemente controllata la pendenza di ogni tubo in modo da mantenere una livelletta regolare e costante e secondo i profili di posa esecutivi.

### **Art. 24 - Rinfianchi**

1. Eseguite tutte le giunzioni relative a ciascun tratto di condotta e gettate le murature di ancoraggio, si procederà al rinfianco dei tubi fino all'asse della condotta, lasciando scoperto un tratto di un metro circa in corrispondenza di ciascun giunto. Tale operazione dovrà essere eseguita con la massima cura, in aderenza alle condizioni di costipamento previste nei calcoli di stabilità della tubazione.
2. Il rinfianco sarà eseguito ponendo sotto i tubi e poi battendo con molta cura della pozzolana vagliata; successivamente va posta e poi battuta con cura dell'altra pozzolana tra il tubo e le pareti del cavo, fino a ricoprire metà sezione dei tubi in modo da evitare cedimenti o spostamenti laterali della condotta. La pozzolana sarà compattata fino al grado di costipamento richiesto dalla Direzione dei Lavori mediante l'impiego di pestelli pneumatici o di pestelli a mano, nei punti dove i primi non saranno impiegabili; potrà essere ordinato anche l'impiego di idonei vibratorii ad immersione o di superficie. Il costipamento sarà agevolato da opportune bagnature.
3. La pozzolana potrà essere sostituita da sabbia fine vagliata.

### **Art. 25 - Pozzetti**

1. I pozzetti d'ispezione, d'incrocio, di salto, di cacciata, di manovra, di sfiato di scarico e simili, saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.
2. Nel caso dei manufatti realizzati in opera, i gradini della scaletta dovranno essere ben fissati, posizionati in perfetta verticale, allineati fra loro ed in asse col foro del sovrastante passo d'uomo della copertura. Dovrà essere posta particolare cura per non danneggiare la protezione anticorrosiva dei gradini stessi e delle pareti del pozzetto, eventualmente prescritte.
3. I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo componibili in calcestruzzo vibrocompresso, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, dovranno sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni componente. Le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica affidata, se non diversamente prescritto, a guarnizioni di tenuta in gomma sintetica con sezione area non inferiore a 10 cmq, con durezza di  $40 \pm 5^\circ$  IHRD conforme alle norme UNI EN 681-1, DIN 4060, ISO 4633, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione.  
I gradini per scala di accesso saranno prescritti per pozzetti di altezza libera interna  $>$  a 1000 mm, saranno posti negli appositi fori ad interasse verticale di 250 mm. I gradini dovranno essere conformi alla norma DIN 19555.
4. Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: I pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni al decreto legislativo 3 aprile

2006, n. 152 e s.m.i.

5. Le solette di copertura verranno di norma realizzate fuori opera e saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione.

### **Art. 26 - Impianto pubblica illuminazione su pali**

1. L'impianto di illuminazione dell'area dovrà essere realizzato utilizzando corpi illuminanti montati su pali e sarà alimentato da apposito quadro di comando e distribuzione.  
Dopo la consegna dei lavori, di cui sarà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti, l'Appaltatore dovrà eseguire a proprie spese, secondo le norme che saranno impartite dalla Direzione Lavori, i tracciamenti necessari per la posa dei conduttori, dei pali, degli apparecchi di illuminazione e delle apparecchiature oggetto dell'appalto.
2. Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
  - il taglio del tappetino bituminoso e dell'eventuale sottofondo in agglomerato dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta. Il taglio avrà una profondità minima di 25 cm e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
  - esecuzione dello scavo in trincea, con le dimensioni indicate in progetto ;
  - fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezione circolare, con diametro esterno di 100 mm, peso 730 g/m, per il passaggio dei cavi di energia;
  - la posa delle tubazioni in plastica del diametro esterno di 100 mm verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a uno od a due impronte per tubi del diametro di 110 mm. Detti elementi saranno posati ad un'interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento dei tubi dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo il completo conglobamento della stessa nel cassonetto di calcestruzzo;
  - formazione di cassonetto in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato in modo che venga impedito il ristagno d'acqua;
  - il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dai tecnici comunali. Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 6 ore dai termine del getto di calcestruzzo; trasporto alla discarica del materiale eccedente.Durante la fase di scavo dei cavidotti dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.  
Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti. Il reintegro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensata con il prezzo dell'opera. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.
3. Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nel progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
  - esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
  - formazione di platea in calcestruzzo dosata a 200 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con fori per il drenaggio dell'acqua;
  - formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni e malta di cemento,
  - conglobamento, nella muratura di mattoni, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto;
  - sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
  - formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
  - fornitura e posa, su letto di malta di cemento, di chiusino in ghisa, completo di telaio, per traffico;
  - incontrollato, luce netta 50 x 50cm, peso ca. 90 kg, con scritta "Illuminazione Pubblica" sul coperchio;
  - riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati;
  - trasporto alla discarica del materiale eccedente.E' consentito in alternativa, e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa. Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione

dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

4. Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive di progetto.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione della scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in plastica del diametro esterno di 100 mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.

L'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede è compreso nell'esecuzione dello scavo del blocco. Per tutte le opere elencate nel presente articolo è previsto dall'appalto il ripristino del suolo pubblico.

5. Per quanto riguarda la posa in opera dei pali per l'illuminazione, in corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm, dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo.

Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1 saldati prima della zincatura.

Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm ed a 35 cm dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1 temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UNI EN 10088-1.

Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

-un foro ad asola della dimensione 150 x 50 mm, per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;

-una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 x 75 mm; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte, opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del Direttore dei Lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo Norma CEI 70-1 (CEI EN 60529/A1). La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II.

Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6 .

Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni esecutivi. Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40-4.

6. L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrata, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali d'alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>. I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mmq.

I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. E' consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase S - verde fase T - blu chiaro neutro).

I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante.

7. La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm<sup>2</sup>, sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II con transito nella medesima dei cavi unipolari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocato nell'asola di un palo secondo

indicazione del Direttore dei Lavori. Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole. Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati.

Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.

8. In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

L'Appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione.

Gli apparecchi di illuminazione saranno, come già precisato, in Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento.

9. L'Appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di:

larghezza 70-75 cm, altezza da terra 140-150 cm, profondità 30-40 cm con grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI 70-1).

Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installata dall'Ente Distributore, la relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'Appaltatore le opere di scavo e murarie per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'Ente Distributore.

Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nel disegno "particolari". L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con il Committente ove è ubicato l'impianto.

Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II come il resto dell'impianto di illuminazione.

Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI; in particolare i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI 17-3.

L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le seguenti caratteristiche: Classe di Isolamento II, grado IP 54, valore di intervento 10 + 2 Lux, carico massimo alimentare 5A.

Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo Norme CEI 64-8 .

Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori.

10. L'impianto non prevede la messa a terra degli apparecchi di illuminazione e delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (Classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in Classe II, oppure sia necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini occorre realizzare l'impianto di terra.

Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm<sup>2</sup> , i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V. La linea dorsale sarà collegata al Dispersore Unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm<sup>2</sup> di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti.

Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle Norme serie CEI EN 62305, serie CEI 64-8 e CEI EN 50540.

I dispersori saranno del tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro.

Sia i dispersori a puntazza, che i pozzetti di ispezione dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.

## **Art. 27 - Fondazione stradale in misto granulare**

1. La sovrastruttura stradale è costituita da:
  - strato superficiale;
  - strato di base;
  - strato di fondazione.Lo strato di fondazione, dunque, è lo strato della parte inferiore della sovrastruttura a contatto con il terreno di appoggio (sottofondo).
2. Prima di eseguire lo strato di fondazione, occorre accertarsi delle condizioni del sottofondo. Sottofondo con portanza insufficiente e/o con notevole sensibilità all'azione dell'acqua e del gelo deve essere, infatti, migliorato o stabilizzato con appositi interventi, ovvero sostituito per una certa profondità. Il sottofondo viene detto migliorato quando viene integrato con materiale arido (correzione granulometrica) o quando viene trattato con modesti quantitativi di legante, tali da modificare, anche temporaneamente, le sole proprietà fisiche della terra (quali il contenuto naturale di acqua, la plasticità, la costipabilità, il CBR). In alcuni casi, il miglioramento può essere ottenuto mediante opere di drenaggio, ovvero con l'ausilio di geosintetici. Il sottofondo viene detto stabilizzato quando il legante è in quantità tale da conferire alla terra una resistenza durevole, apprezzabile mediante prove di trazione e flessione proprie dei materiali solidi. Il legante impiegato è normalmente di tipo idraulico o idrocarburico.
3. Lo strato di fondazione sarà realizzato con misto granulare. Per quanto concerne la modalità di posa, il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo 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. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato. Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino a ottenere una densità in situ non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova aasho modificata. Per il costipamento e la rifinitura dovranno impiegarsi rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.
4. Le operazioni di cui al comma 3 non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque un eccesso di umidità o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'impresa. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere verranno accertate dalla direzione dei lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.
5. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4-4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario, l'impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

## **Art. 28 - Massicciata stradale**

1. L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco. Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata. Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni. Per leganti a caldo, per altro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.
2. Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante il traffico dei veicoli

di per sè resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazioni destinate a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od i ciottoloni di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

3. Il materiale di massiciata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica od in cataste pure geometriche sui bordi della strada od in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo ed in curva, il profilo indicato negli elaborati progettuali o comunque stabilito dalla Direzione dei lavori.

Per la formazione della massiciata si ricorrerà alle comuni carriole o forche e se possibile ad adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

4. Per quanto concerne la cilindratura, si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte dell'Amministrazione).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Impresa dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile. Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massiciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in 3 categorie:

*1° di tipo chiuso;*

*2° di tipo parzialmente aperto;*

*3° di tipo completamente aperto;*

a seconda dell'uso cui deve servire la massiciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massiciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

La cilindratura di tipo chiuso, dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massiciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massiciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza dei materiali prescritto per la massiciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

La cilindratura di tipo semiaperto, a differenza del precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare inaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massiciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per

primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;

b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale. L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindratura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

La cilindratura di tipo completamente aperto differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindratura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, mentre il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindratura, da eseguirsi successivamente all'applicazione del trattamento in penetrazione.

5. Qualora la massicciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

## **Art. 29 - Pavimentazione stradale con bitumi**

1. In riferimento alle istruzioni del C.N.R. b.u. n. 169/1994, si riportano le definizioni di cui ai paragrafi seguenti. Le parti del corpo stradale più direttamente interessate dai carichi mobili si possono distinguere essenzialmente in:

- sovrastruttura;
- sottofondo.

Con il termine sovrastruttura si indica la parte del corpo stradale costituita da un insieme di strati sovrapposti, di materiali e di spessori diversi, aventi la funzione di sopportare complessivamente le azioni dal traffico e di trasmetterle e distribuirle, opportunamente attenuate, al terreno d'appoggio (sottofondo) o ad altre idonee strutture.

2. Nella sovrastruttura normalmente sono presenti e si distinguono i seguenti strati:

- strato superficiale;
- strato di base;
- strato di fondazione.

Oggetto del presente articolo sono lo strato superficiale e quello di base.

Lo strato superficiale è lo strato immediatamente sottostante al piano viabile. Nelle sovrastrutture flessibili esso viene suddiviso in due strati:

- strato di usura;
- strato di collegamento (binder).

Lo strato di usura è lo strato disposto a immediato contatto con le ruote dei veicoli, destinato ad assicurare adeguate caratteristiche di regolarità e condizioni di buona aderenza dei veicoli alla superficie di rotolamento, a resistere prevalentemente alle azioni tangenziali di abrasione, nonché a proteggere gli strati inferiori dalle infiltrazioni delle acque superficiali.

Lo strato di collegamento è lo strato, spesso chiamato binder, sottostante al precedente, destinato a integrarne le funzioni portanti e ad assicurarne la collaborazione con gli strati inferiori. Normalmente è costituito da materiale meno pregiato e quindi più economico del sovrastante.

Lo strato di base è lo strato intermedio tra lo strato superficiale e il sottostante strato di fondazione

3. La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.  
Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato, la sovrapposizione degli strati deve essere realizzata nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati, deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.  
La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.
4. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.  
Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti e fessurazioni, ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.  
Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali, preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.  
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 deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio e asportazione della parte terminale di azzeramento.  
La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati fra di loro di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.  
La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, deve risultare in ogni momento non inferiore a 140 °C.  
La stesa dei conglomerati deve essere sospesa qualora le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.  
Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'impresa.  
La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.
5. L'addensamento di ogni strato deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.  
Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso idoneo e caratteristiche tecnologiche avanzate, in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.  
La compattazione dovrà avvenire garantendo un addensamento uniforme in ogni punto, in modo tale da evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.  
La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità e di ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato, deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

### **Art. 30 - Cordoni**

1. Le cordonature per la delimitazione dei marciapiedi dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, in elementi di lunghezza 60÷100 m, di forma prismatica e della sezione indicata nel progetto esecutivo. Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature. Dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Lo spigolo della cordonatura verso la strada deve essere arrotondato e/o smussato.
2. I cordoli possono essere realizzati direttamente in opera, mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica, e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con  $R_{ck} = 30$  MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa. I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.
3. Nel caso di impiego di elementi prefabbricati, ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché dalle certificazioni attestanti le dimensioni dell'elemento. Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di quattro provini. Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

4. Gli elementi devono essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a 400 kg/m<sup>3</sup> di cemento, che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura. Il piano superiore presenterà una pendenza del 2% verso l'esterno.

### **Art. 31 - Allacciamenti alla condotta fognaria**

1. I collegamenti alla tubazione saranno eseguiti mediante pezzi speciali di derivazione con imboccatura (braghe), inseriti nella condotta durante la sua costruzione.  
Eccezionalmente la D.L. potrà autorizzare l'esecuzione di allacci successivamente alla realizzazione della condotta. In quel caso si dovrà perforare dall'alto accuratamente la tubazione mediante carotatrice con corona cilindrica delle dimensioni della tubazione da allacciare. Il collegamento sarà realizzato da un pezzo speciale stabile nella sua posizione e sigillato alla giuntura, che assicuri la tenuta idraulica come la rimanente tubazione e non sporga all'interno della condotta principale.

### **Art. 32 - Barriere di sicurezza**

1. Si definiscono barriere stradali di sicurezza i dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale, nelle migliori condizioni di sicurezza possibili. Non possono essere aperte al traffico le strade per le quali non siano state realizzate le protezioni previste nel progetto approvato.  
Per le caratteristiche tecniche di accettazione e collocazione delle barriere stradali di sicurezza si deve fare riferimento alle norme vigenti, tra cui:  
C.M. 11 luglio 1987, n. 2337 - Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;  
D.M. 4 maggio 1990 - Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali;  
C.M. 25 febbraio 1991, n. 34233 - Legge 2 febbraio 1974, n. 64. Art. 1, D.M. 4 maggio 1990. Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali;  
D.M. 18 febbraio 1992, n. 223 - Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;  
C.M. 9 giugno 1995, n. 2595 - Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18 febbraio 1992, n. 223;  
C.ANAS 26 luglio 1996, n. 749/1996 - Fornitura e posa di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;  
D.M. 15 ottobre 1996 - Aggiornamento del D.M. 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;  
C.M. 16 maggio 1996, n. 2357 - Fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale;  
C.M. 15 ottobre 1996, n. 4622 - Istituti autorizzati all'esecuzione di prove d'impatto in scala reale su barriere stradali di sicurezza;  
D.M. LL.PP. 15 ottobre 1996 - Aggiornamento del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, recante istruzioni per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza;  
Circ. Ente Nazionale per le strade Prot. 05 dicembre 1997, n. 17600 - Progettazione, omologazione e impiego delle barriere stradali di sicurezza;  
D.M. 3 giugno 1998 - Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione;  
D.M. LL.PP. 11 giugno 1999 - Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1998, recante "Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";  
C.M. 6 aprile 2000 - Art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successive modificazioni: Aggiornamento della circolare recante l'elenco degli istituti autorizzati alle prove di impatto al vero ai fini dell'omologazione;  
Det. 24 maggio 2001, n. 13 - Appalti per opere protettive di sicurezza stradale (barriere stradali di sicurezza);  
D.M. 5 novembre 2001 - Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade;  
C.M. 4 luglio 2002, n. 1173 - Comunicazione dell'avvenuta omologazione di tre barriere stradali di sicurezza per la classe H4, destinazione "spartitraffico" ai sensi dell'art. 9 del decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223;  
D.M. 17 gennaio 2018 - Nuove norme tecniche per le costruzioni.  
Le norme UNI di riferimento sono:  
UNI EN 1317-1 - Barriere di sicurezza stradali. Terminologia e criteri generali per i metodi di prova;  
UNI EN 1317-2 - Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione delle prove d'urto e metodi di prova per le barriere di sicurezza;  
UNI EN 1317-3 - Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettabilità basati sulla prova di

impatto e metodi di prova per attenuatori d'urto;

UNI ENV 1317-4 - Barriere di sicurezza stradali. Classi di prestazione, criteri di accettazione per la prova d'urto e metodi di prova per terminali e transizioni delle barriere di sicurezza;

UNI EN 1317-5 - Barriere di sicurezza stradali. Parte 5: Requisiti di prodotto e valutazione di conformità per sistemi di trattenimento veicoli.

2. Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante l'installazione di barriere, sono quelle previste dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 3 giugno 1998.

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade e autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, le barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni e istruzioni e ai relativi aggiornamenti.

Il livello di contenimento Lc e l'indice di severità dell'accelerazione ASI previsti per verificare l'efficienza e la funzionalità delle barriere stradali di sicurezza (D.M. 3 giugno 1998) dovrà essere comprovato, in attesa delle omologazioni ufficiali pronunciate dal succitato decreto, con certificazioni di prove d'impatto al vero (crash-test) eseguite presso i laboratori ufficiali di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Dette prove saranno eseguite con le modalità tecniche esecutive richiamate nel D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche e integrazioni.

Nel caso di barriere stradali di sicurezza da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) si dovranno adottare, oltre alle disposizioni tecniche sopraelencate, anche le norme previste dal D.M. 14 gennaio 2008.

I parapetti su opere d'arte stradali (ponti, viadotti, sottovia o cavalcavia, muri di sostegno, ecc.) verranno installati in corrispondenza dei cigli dei manufatti.

Le barriere e i parapetti devono avere caratteristiche tali da resistere a urti di veicoli e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto.

Devono, inoltre, assicurare il contenimento dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile.

Per gli altri tipi di barriere di sicurezza, che dovranno essere realizzate secondo le istruzioni tecniche previste dal D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche e integrazioni e a norma delle disposizioni e istruzioni sopraelencate, il progetto esecutivo indicherà e prescriverà, tra l'altro, le caratteristiche specifiche costruttive, la loro tipologia strutturale e i materiali da impiegare nel rispetto delle norme tecniche vigenti.

La direzione dei lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza, prevedendone anche l'infittimento locale.

In casi speciali, con l'autorizzazione scritta della direzione dei lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un idoneo basamento in calcestruzzo.

Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere ancorate ai sostegni.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce.

A interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce, dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato, aventi area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

3. La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori.

Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni, in modo che il loro bordo superiore si trovi a una altezza non inferiore a 70 cm dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a 15 cm dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi spessore minimo di 3 mm, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm e modulo di resistenza non inferiore a 25 cm<sup>3</sup>.

Le fasce dovranno essere collocate in opera con una sovrapposizione non inferiore a 32 cm.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C, di dimensioni non inferiori a 80 mm · 120 mm · 80 mm, aventi spessore non inferiore a 6 mm, lunghezza non inferiore a 1,65 m per le barriere centrali e a 1,95 m per quelle laterali.

I sostegni stessi dovranno essere infissi in terreni di normale portanza per una profondità non minore di 0,95 m per le barriere centrali e di 1,20 m per le barriere laterali e posti a un intervallo non superiore a 3,60 m.

La direzione dei lavori potrà ordinare una maggiore profondità o altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, così come potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose o altro, previa approvazione della direzione dei lavori, i sostegni potranno

essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo, avente almeno un  $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$  e delle dimensioni fissate dal progetto.

Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 32 cm, effettuata in modo tale che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro e i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua e i sistemi di attacco (bulloni e piastrine copriasola) devono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno altezza di 30 cm, profondità non inferiore a 15 cm e spessore minimo di 2,5 mm, salvo l'adozione, in casi speciali, di distanziatori del tipo europeo.

I sistemi di attacco saranno costituiti da bulloneria a testa tonda ad alta resistenza e piastrina copriasola antisfilamento di dimensioni 45 mm · 100 mm e di spessore 4 mm.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup> per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni devono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo un movimento verticale di più o meno 2 cm e un movimento orizzontale di più o meno 1 cm.

Le fasce e i sistemi di collegamento ai sostegni dovranno consentire l'installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a 50 m, senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali.

Ogni tratto sarà completato con pezzi terminali curvi, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

Le barriere da collocare nelle aiuole spartitraffico saranno costituite da una doppia fila di barriere del tipo avanti descritto, aventi i sostegni ricadenti in coincidenza delle stesse sezioni trasversali.

Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce, che dovranno essere sagomate secondo forma circolare che sarà approvata dalla direzione dei lavori.

A tal proposito, si fa presente che potrà essere richiesta dalla direzione dei lavori anche una diversa sistemazione (interramento delle testate).

Le sopraccitate caratteristiche e modalità di posa in opera minime sono riferite a quelle destinazioni che non prevedono il contenimento categorico dei veicoli in carreggiata (rilevati e trincee senza ostacoli fissi laterali). Per barriere da ponte o viadotto, per spartitraffici centrali e/o in presenza di ostacoli fissi laterali, curve pericolose, scarpate ripide, acque o altre sedi stradali o ferroviarie adiacenti, si dovranno adottare anche diverse e più adeguate soluzioni strutturali, come l'infittimento dei pali e l'utilizzo di pali di maggior resistenza. A interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce, dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno un'area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, in modo tale che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

4. Le barriere, nel caso di nuovo impianto o comunque di significativi interventi, dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. 11 giugno 1999 e dal D.M. 3 giugno 1998 (tabella A) per il tipo di strada, di traffico e di ubicazione della barriera stessa.

Le caratteristiche predette saranno verificate dalla direzione dei lavori sulla base dei certificati di omologazione esibiti dall'appaltatore e ottenuti in base ai disposti del D.M. 11 giugno 1999 e del D.M. 3 giugno 1998, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa, l'appaltatore dovrà fornire alla direzione dei lavori un'idonea documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati decreti ministeriali. Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati, come da C.M. 6 aprile 2000.

La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla direzione dei lavori all'atto della consegna dei lavori.

5. La barriera di sicurezza a doppia onda è costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o travi di ripartizione.

Le fasce sono costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra i 3 e i 4 m, muniti, all'estremità, di una serie di nove fori, per assicurare l'unione al nastro successivo e al sostegno, aventi spessore minimo di 3 mm, altezza effettiva di 300 mm, sviluppo non inferiore a 475 mm e modulo di resistenza non inferiore a 25 cm<sup>3</sup>. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per 32 cm, eseguita in modo tale che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative certificazioni. I

sostegni verticali potranno essere collegati, nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma-ruota realizzati in profilo presso-piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore, secondo i vari modelli di barriere certificate. I distanziatori saranno interposti tra le fasce e i montanti, prevedendone il collegamento tramite bulloneria. Tali sistemi di unione sono costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copriasola antisfilamento.

I sistemi di unione delle fasce ai sostegni devono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali e orizzontali. Ogni tratto sarà completato con i relativi terminali, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

6. I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte e, cioè, da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a 1 m dal piano della pavimentazione finita.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste del D.M. 17 gennaio 2018.

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene agli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 17 gennaio 2018.

I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio, in un solo pezzo opportunamente sagomato, e avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la profondità occorrente, in appositi fori di ancoraggio predisposti o da predisporre da parte della stessa impresa, sulle opere d'arte, e fissati con adeguata malta, secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della direzione dei lavori. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla direzione dei lavori; altrettanto dicasi per il ripristino delle superfici manomesse.

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

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

Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 e assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di 300 grammi per metro quadrato e per ciascuna faccia. I relativi controlli saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme astm n. A 90/53 e uni 5744/66.

A interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni), dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 cm<sup>2</sup>, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

## **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**

### **Art. 33 - Scavi in genere**

1. Oltre che per gli obblighi particolari contenuti nel Capitolato Speciale d'Appalto e se non diversamente indicato nei prezzi di elenco, con i prezzi per gli scavi in genere l'Impresa deve ritenersi compensata per tutti gli oneri che essa dovrà incontrare:

- per il taglio di piante, l'estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie sia asciutte, che bagnate, di qualsiasi consistenza ed anche in presenza d'acqua;
- per la rimozione di pietre e trovanti di volume fino a 0,10 m<sup>3</sup>;
- per la presenza di acqua stabilizzata nel cavo per qualsiasi altezza;
- per il paleggio, l'innalzamento e il trasporto del materiale di risulta al sito di carico sui mezzi di trasporto, compreso il carico sui mezzi e il trasporto e lo scarico a rinterro o a riempimento o a rilevato o a rifiuto entro i limiti di distanza previsti nei prezzi di elenco, compreso la sistemazione delle materie di risulta, oppure il deposito provvisorio del materiale scavato nei luoghi indicati dalla Direzione dei Lavori e successiva ripresa;
- per la profilatura delle scarpate, pareti e cigli, per lo spianamento del fondo e la configurazione del cavo, per la formazione di gradoni e quanto altro necessario per la sagomatura delle sezioni di scavo secondo i profili definitivi di progetto;
- per puntellature, sbadacchiature ed armature del cavo di qualsiasi importanza e genere compreso la composizione e la scomposizione, lo sfrido, il deterioramento e le perdite parziali o totali del legname o dei ferri, se non diversamente specificato nei prezzi di elenco;
- per impalcature, ponti e anditi di servizio e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo che per passaggi, attraversamenti, ecc.;
- per la formazione e la successiva rimozione delle rampe di accesso agli scavi di splateamento, delle vie di fuga

e nicchie di rifugio, delle staccionate di protezione degli scavi profondi oltre 2 ml.;

- per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

2. La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento o splateamento verrà determinato con il metodo delle sezioni raggugliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;  
- gli scavi di fondazione saranno valutati su un volume ottenuto dal prodotto dell'area di base della fondazione stessa per la profondità misurata sotto il piano degli scavi di sbancamento, considerando le pareti perfettamente verticali.

Al volume così calcolato si applicheranno i prezzi fissati per tali opere nell'Elenco prezzi allegato al contratto; essi saranno valutati sempre come se fossero stati eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni onere di maggiore scavo. Per gli scavi di fondazione da eseguire con l'impiego di casseri, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

#### **Art. 34 - Trasporti**

1. Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

#### **Art. 35 - Fognatura**

1. La valutazione delle tubazioni sarà fatta a metro misurato lungo l'asse della tubazione, senza cioè tenere conto delle compenetrazioni.

2. Nella valutazione delle tubazioni s'intendono compresi le staffe e i blocchi di ancoraggio, i raccordi per i pozzetti, nonché l'eventuale connessione agli organi di misura e di intercettazione.

3. Nei prezzi delle tubazioni sono compresi i pezzi speciali quali, curve, T, Y, gomiti, ecc.

Tutti i prezzi comprendono gli oneri per saldature, innesti, lavaggio, prove e oneri per collaudo.

Gli attraversamenti, le intercettazioni e i passaggi di ulteriori sottoservizi non daranno luogo ad alcun sovrapprezzo.

4. Le valvole saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni.

5. Per quanto non previsto al presente articolo vale la modalità di misura disposta dal computo metrico di progetto/elenco prezzi.

6. L'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire le prove di tenuta dei tronchi di tubazione provvedendo, a sue spese, a tutto quanto sarà necessario all'esecuzione delle prove stesse.

Le pressioni di prova saranno stabilite in funzione del tipo e dell'uso delle tubazioni eseguite.

#### **Art. 36 - Rinfianchi tubazioni**

1. Il prezzo dei rinfianchi delle tubazioni sarà applicato contabilizzando il volume effettivo degli stessi.

#### **Art. 37 - Pozzetti**

1. I pozzetti saranno computati ad elemento.

#### **Art. 38 - Impianto di pubblica illuminazione**

1. La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

- il volume degli scavi di sbancamento o splateamento verrà determinato con il metodo delle sezioni raggugliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;  
- gli scavi di fondazione saranno valutati su un volume ottenuto dal prodotto dell'area di base della fondazione stessa per la profondità misurata sotto il piano degli scavi di sbancamento, considerando le pareti perfettamente verticali.

Al volume così calcolato si applicheranno i prezzi fissati per tali opere nell'Elenco prezzi allegato al contratto; essi saranno valutati sempre come se fossero stati eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato con il prezzo unitario di elenco ogni onere di maggiore scavo. I prezzi di elenco, relativi agli scavi

di fondazione, sono applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco.

2. Per quanto concerne i blocchi di fondazione, si computa il volume di calcestruzzo effettivamente realizzato. L'acciaio per armatura è computato misurando lo sviluppo lineare effettivo (segnando le sagomature e le uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario, desunto dalle tabelle ufficiali, corrispondente ai diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni e le sovrapposizioni. I plinti prefabbricati saranno, invece, valutati a numero.
3. Lampade, reattori, alimentatori, corpi illuminanti, torri-faro o pali in acciaio e sbracci saranno valutati a numero.
4. I cavi saranno valutati a metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi.  
Quadri elettrici e apparecchi elettrici saranno valutati a numero.
5. Per quanto non previsto al presente articolo vale la modalità di misura disposta dal computo metrico di progetto/elenco prezzi.

#### **Art. 39 - Fondazione stradale**

1. La compattazione e/o la stabilizzazione del sottofondo sarà computata in base alla superficie.
2. La fondazione stradale in misto granulare o cementato sarà valutata a m3; il prezzo comprende il costipamento del materiale, le prove di laboratorio e in sito.

#### **Art. 40 - Massicciata stradale**

1. La massicciata sarà valutata a m2 della superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti e nel relativo prezzo unitario sarà inclusa, ove prevista dal prezzo in elenco, la cilindratura. In caso contrario, quest'ultima deve essere pagata in ragione di metro cubo di pietrisco cilindrato, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

#### **Art. 41 - Pavimentazione stradale con bitumi**

1. I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura devono essere valutati per ogni metro quadrato, per un prefissato spessore e per i vari strati della pavimentazione.

#### **Art. 42 - Cordoni**

1. I cordoni saranno valutati a metro lineare.

#### **Art. 43 - Allacci alle condotte**

1. Di norma saranno valutati a numero, a meno di casi particolari espressamente indicati nelle relative voci, e comprendono ogni operazione per la messa in opera e la fornitura di ogni componente per dare l'allaccio funzionante e collegato fino all'utenza, comprendendo le necessarie eventuali operazioni per la foratura della condotta da cui si derivano, le prove di tenuta e quant'altro necessario.

#### **Art. 44 - Barriere di sicurezza**

1. Le barriere stradali di sicurezza saranno computate a metro lineare.
2. Le prove (statiche dinamiche) d'impatto al vero (crash-test) per la valutazione sia delle caratteristiche prestazionali sia dell'efficienza delle barriere di sicurezza stradali (da realizzare a norma del D.M. 3 giugno 1998 e successive modifiche e integrazioni), dovranno essere eseguite, come previsto dalle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici del 15 ottobre 1996 e del 6 aprile 2000, presso i sottoelencati istituti autorizzati:
  - il Centro prove per barriere di sicurezza stradali di Anagni - Centro rilevamento dati sui materiali di Fiano Romano della Società Autostrade s.p.a.;
  - il Laboratorio L. I. E. R., Laboratoire d'essais INRETS - Equipments de la Route, con sede in D29 Route de Crémieu, B.P. 352 69125, Lyon Satolas Aeroport - Francia;
  - TÜV Bayern Sachsen E.V. - Institut für Fahrzeugtechnik GmbH, con sede in Daimlerstrasse, 11 D-85748, Garching (Repubblica Federale Tedesca).

---

## QUALITA' DEI MATERIALI

### Art. 45 - Tubazioni in gres

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:
  - presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
  - verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
  - controllo della composizione chimica;
  - controllo delle caratteristiche meccaniche;
  - prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
  - prova di curvatura (bending test);
  - prova di schiacciamento;
  - prova di piegamento;
  - prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
  - controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
  - presso il deposito di stoccaggio:
  - controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.
2. I tubi e gli elementi complementari in gres devono essere realizzati con impasti omogenei di argille idonee, sottoposte successivamente a cottura ad alte temperature. Le superfici degli elementi possono essere verniciate sia internamente che esternamente, ad eccezione del bicchiere di giunzione e della punta delle canne. Sono ammessi piccoli difetti visivi, quali asperità sulla superficie.

La norma UNI EN 295 definisce le esigenze cui devono conformarsi i tubi e gli elementi complementari di gres a giunzione flessibile con o senza manicotto, destinati alla costruzione di sistemi di fognatura.
3. I diametri nominali minimi ammessi sono quelli del prospetto 1 della norma UNI EN 295-1.

Le lunghezze nominali in relazione al diametro nominale sono riportate nel prospetto 2 della citata norma UNI EN 295-1. La tolleranza relativa alla lunghezza nominale dichiarata per i tubi e gli elementi complementari diritti deve essere tra - 1% e + 4%, oppure  $\pm 10$  mm, a seconda di quale sia il valore più alto tra i due.
4. Le caratteristiche del materiale impiegato e gli aspetti funzionali delle giunzioni sono indicati dalla norma UNI EN 295 (parti 1, 2 e 3).

La giunzione si fabbrica in stabilimento, colando resina poliuretana liquida attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi e pezzi speciali di gres.

Gli elementi di tenuta in poliuretano, sottoposti alle prove previste dalla norma UNI EN 295-3, devono avere le seguenti caratteristiche:

  - resistenza a trazione:  $\geq 2$  N/mm<sup>2</sup>;
  - allungamento a rottura:  $\geq 90\%$ ;
  - durezza:  $67 \pm 5$  shore A.

Le guarnizioni ad anello di gomma devono essere sottoposte alla prova di ozono, secondo le modalità di cui alla norma UNI EN 295-3.

I giunti a manicotto di polipropilene, prodotti da fabbricanti in possesso dei requisiti di cui alla norma UNI EN 295, devono essere sottoposti alle prove di cui alla norma UNI EN 295-3 (punto 16) e soddisfare le prescrizioni (indice di fluidità, resistenza a trazione, allungamento di rottura e temperatura elevata) del prospetto 11 della norma UNI EN 295-1. Tali giunti, se approvvigionati da fornitore esterno, devono essere sottoposti alla prova

di cui al punto 17 della norma UNI EN 295-3, resistendo a una pressione interna di acqua non inferiore a 60 kPa.

Le tubazioni e i pezzi speciali sono predisposti, per la posa in opera, con il bicchiere verso monte, entro il quale si dispone la punta del pezzo successivo.

Per le giunzioni, la norma UNI EN 295 prevede i seguenti materiali:

- guarnizioni ad anello di gomma;
- elementi di tenuta di poliuretano;
- giunti a manicotto in polipropilene.

I sistemi di giunzione devono essere in grado di garantire un'omogenea velocità di scorrimento e tenuta idraulica nei confronti di una pressione interna o esterna di 50 kN/m<sup>2</sup> (0,5 bar) con deviazione angolare rispettivamente di 80 mm/m per dn 100-200, di 30 mm/m per dn 200/500, di 20 mm/m per dn 500-800 e di 10 mm/m per dn > 800.

Il collegamento tra le tubazioni si realizza per semplice infilaggio della punta in gres nel bicchiere munito di anello in gomma.

Nel caso di utilizzo di condotte con sezione ridotta, per esempio allacciamenti, queste possono presentare un nuovo sistema di giunzione realizzato con il posizionamento in fabbrica di un anello in gomma all'interno del bicchiere della tubazione.

Altri materiali impiegati per le giunzioni devono rispondere alle indicazioni tecniche fornite dal produttore, come indicato al punto 6.1.5 della norma UNI EN 295-1.

5. Si farà riferimento alla norma UNI 9459 per mattoni, mattonelle e fondi fogna di gres per le condotte di liquidi.

#### **Art. 46 - Tubazioni in fibrocemento**

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
- presso il deposito di stoccaggio:
- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

2. I tubi in fibrocemento devono essere costituiti principalmente da cemento o silicato di calcio rinforzato con fibre. Per le caratteristiche del cemento si rimanda alla norma UNI EN 197-1.

La legge 27 marzo 1992, n. 257 - Norme per la cessazione dell'impiego dell'amianto - ha vietato la fabbricazione e l'impiego di manufatti d'amianto cemento, fissando severe disposizioni per lo smaltimento dei rifiuti di tale materiale, pertanto è consentito l'impiego solo di prodotti NT (tecnologia senza amianto).

I tubi potranno essere forniti con estremità lisce oppure con una liscia e l'altra a bicchiere.

I tubi sono classificati, secondo la resistenza minima alla compressione, in tre classi, in base al carico agente sulla superficie interna unitaria, che è di 60, 90 o 120 kN/m<sup>2</sup>. In particolare, i carichi minimi di rottura devono essere conformi a quelli del prospetto 7 della norma UNI EN 588-1, valido per diametro nominale fino a 1000.

Per diametri nominali superiori i carichi di rottura minimi in kilonewton al metro si ottengono moltiplicando la classe in kilonewton al metro quadro per 1/1000 del diametro nominale (diametro in metri).

Per l'accettazione da parte del direttore dei lavori, i tubi devono essere privi di scheggiature, difetti di lavorazione e irregolarità.

La superficie interna dei tubi dovrà essere regolare e liscia.

I diametri nominali dovranno essere conformi a quelli indicati nel prospetto 1 della norma UNI EN 588-1.

La lunghezza nominale dei tubi dovrà corrispondere a quella indicata nel prospetto 2 della norma UNI EN 588-1.

3. La marcatura sul tubo richiesta dalla norma UNI EN 588-1 dovrà essere durevole e deve contenere come minimo:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe;
- serie (se necessario);
- certificazione organismo di controllo;
- sigla NT.

La denominazione dei tubi e degli accessori dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- serie (se necessario);
- sigla NT.

In particolare, per i giunti la marcatura dovrà riportare:

- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- produttore;
- data di produzione;
- classe, se pertinente;
- sigla NT.

4. I giunti per i tubi potranno essere a bicchiere o a manicotto. I giunti e i raccordi devono presentare caratteristiche non inferiori a quelle dei corrispondenti tubi. Le parti dei giunti non di fibrocemento devono soddisfare le norme vigenti per i relativi materiali.

I giunti devono resistere a una pressione idrostatica interna o esterna di  $100 \pm 10$  kPa. I giunti, durante la prova di tenuta, non devono manifestare perdite o trasudamento.

Le guarnizioni elastiche di tenuta, realizzate a base di gomma naturale o sintetica, devono essere conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 681-1 (elementi di tenuta in elastomero) o di altra specifica normativa emanata sull'argomento.

5. I prodotti devono essere sottoposti alle seguenti procedure di controllo:

- controllo iniziale dei prodotti (punto 7.2 della norma UNI EN 588-1);
- controllo interno della qualità (punto 7.3 della norma UNI EN 588-1);
- controllo effettuato da idoneo istituto di controllo esterno (punto 7.4 della norma UNI EN 588-1).

#### **Art. 47 - Tubazioni in pvc fognatura e scarichi non in pressione**

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:

- presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento;
- verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
- controllo della composizione chimica;
- controllo delle caratteristiche meccaniche;
- prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
- prova di curvatura (bending test);
- prova di schiacciamento;
- prova di piegamento;
- prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
- controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento

esterno.

- presso il deposito di stoccaggio:

- controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.

2. Il materiale con il quale i tubi devono essere fabbricati consta di una miscela a base di polivinilcloruro e additivi necessari alla trasformazione.

Il PVC nei tubi deve essere almeno l'80% sulla miscela totale.

Il PVC nei raccordi deve essere almeno l'85% sulla miscela totale.

La formulazione deve garantire la prestazione dei tubi e dei raccordi nel corso dell'intera vita dell'opera. La quantità minima di resina PVC nel materiale costituente i tubi e i raccordi deve essere quella prescritta dalle norme di riferimento:

- tubi: contenuto di PVC  $\geq 80\%$  in massa verificato secondo la norma UNI EN 1905;

- raccordi: contenuto di PVC  $\geq 85\%$  in massa verificato secondo la norma UNI EN 1905.

Il contenuto minimo di PVC può essere verificato su campioni prelevati in tutte le fasi del processo (durante la produzione, da magazzino, da cantiere).

3. I tubi in PVC-U devono essere conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

I raccordi in PVC-U a parete compatta devono avere una classe di rigidità nominale di minimo SN 4 (kN/m<sup>2</sup>), SDR max 41, conformi alla norma UNI EN 1401-1 e classificati con codice d'applicazione U (interrati all'esterno della struttura dell'edificio) o UD (interrati sia entro il perimetro dell'edificio sia all'esterno di esso). Il sistema di giunzione a bicchiere deve essere con anello di tenuta in gomma conforme alla norma UNI EN 681-1 e realizzato con materiale elastomerico.

4. I tubi devono avere i diametri, gli spessori e le tolleranze rispondenti ai valori riportati nella norma UNI EN 1401, capitolo 6, prospetti n. 3, 4, 5 e 6. In particolare, gli spessori, le caratteristiche meccaniche e dovranno essere conformi alle tabelle successive.

Dimensione nominale (dn/OD)	Diametro esterno nominale dn	SN2 SDR 51		SN4 SDR 41		SN 8 SDR 34	
		e min	e max	e min	e max	e min	e max
110	110	-	-	3,2	3,8	3,2	3,8
125	125	-	-	3,2	3,8	3,7	4,3
160	160	3,2	3,8	4,0	4,6	4,7	5,4
200	200	3,9	4,5	4,9	5,6	5,9	6,7
250	250	4,9	5,6	6,2	7,1	7,3	8,3
315	315	6,2	7,1	7,7	8,7	9,2	10,4
355	355	7,0	7,9	8,7	9,8	10,4	11,7
400	400	7,9	8,9	9,8	11,0	11,7	13,1
450	450	8,8	9,9	11,0	12,3	13,2	14,8
500	500	9,8	11,0	12,3	13,8	14,6	16,3
630	630	12,3	13,8	15,4	17,2	18,4	20,5
710	710	13,9	15,5	17,4	19,4	20,8	23,2
800	800	15,7	17,5	19,6	21,8	23,4	26,8
900	900	17,6	19,6	22,0	24,4	-	-
1000	1000	19,6	21,8	24,5	27,2	-	-

Caratteristiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodi di prova
-----------------	-----------	--------------------	-----------------

memecaniche				
Resistenza all'urto	TIR ≤ 10%	Temperatura di prova		0 °C
		Mezzo di condizionamento		Acqua o aria
		Tipo di percussore		d 90
		Massa del percussore per:		
		<i>dem</i> = 110 mm		1 kg
		<i>dem</i> = 125 mm		1,25 kg
		<i>dem</i> = 160 mm		1,6 kg
		<i>dem</i> = 200 mm		2,0 kg
		<i>dem</i> = 250 mm		2,5 kg
		<i>dem</i> ≥ 315 mm		3,2 kg
		Altezza di caduta del percussore per:		
		<i>dem</i> = 110 mm		1600 mm
<i>dem</i> ≥ 125 mm		2000 mm		

Caratteristiche fisiche	Requisiti	Parametri di prova	Metodo di prova
Temperatura di rammollimento Vicat (VST)	≥ 79 °C	Conformi alla norma UNI EN 727	UNI EN 727
Ritiro longitudinale	≤ 5% Il tubo non deve presentare bolle o screpolature	Temperatura di prova: 150 °C tempo di immersione: per <i>e</i> ≤ 8 mm: 15 min; per <i>e</i> > 8 mm: 30 min. oppure Temperatura di prova: 150 °C tempo: per <i>e</i> ≤ 4 mm: 30 min; per 4 mm < <i>e</i> ≤ 16 mm: 60min; per <i>e</i> > 16 mm: 120 min.	UNI EN ISO 2505 Metodo: bagno liquido
Resistenza al dicloro- metano a una temperatura specificata	Nessun attacco in alcuna parte della superficie della provetta	Temperatura di prova: 15 °C Tempo di immersione: 30 min	UNI EN 580

5. La marcatura dei tubi deve essere, su almeno una generatrice, continua e indelebile, conforme ai requisiti della norma UNI EN 1401 e contenere almeno con intervalli di massimo 2 m le seguenti informazioni:
  - numero della norma: UNI EN 1401;
  - codice d'area di applicazione: U e UD;
  - nome del fabbricante e/o marchio di fabbrica;
  - indicazione del materiale (PVC-U);
  - dimensione nominale (dn/OD);
  - spessore minimo di parete (SDR);
  - rigidità anulare nominale (SN);
  - informazioni del fabbricante (data e luogo di produzione ai fini della rintracciabilità).
6. Nel rispetto del criterio "2.5.12 Tubazioni in PVC e Polipropilene", così definito nell'Allegato al Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 23 giugno 2022, le tubazioni in PVC sono prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. La percentuale indicata si intende come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate.
7. La Relazione CAM, parte del progetto posto a base di gara, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale.
8. La percentuale di materiale riciclato deve essere dimostrata dall'appaltatore secondo quanto riportato all'art. Art. 12, comma 3 e 4. Tale criterio sarà verificato dalla stazione appaltante secondo le disposizioni di cui al comma 5 del medesimo articolo.

#### **Art. 48 - Tubazioni in polietilene per acqua, scarico e fognature in pressione**

1. Prima dell'accettazione di ciascun lotto di fornitura di tubi e accessori, il direttore dei lavori, in contraddittorio con l'appaltatore, deve eseguire dei controlli in cantiere e presso laboratori ufficiali sul prodotto fornito secondo le modalità di seguito indicate:
  - presso gli stabilimenti di produzione e/o di rivestimento:
  - verifica del ciclo di produzione e controllo dimensionale dei tubi;
  - controllo della composizione chimica;
  - controllo delle caratteristiche meccaniche;
  - prova di trazione sia sul materiale base del tubo sia sul cordone di saldatura (per la determinazione del carico unitario di rottura, del carico unitario di snervamento e dell'allungamento percentuale);
  - prova di curvatura (bending test);
  - prova di schiacciamento;
  - prova di piegamento;
  - prove non distruttive (radiografiche, elettromagnetiche, a ultrasuoni, con liquidi penetranti);
  - controllo dei rivestimenti (spessori e integrità), controllo con holiday detector a 15 kV del rivestimento esterno.
  - presso il deposito di stoccaggio:
  - controllo visivo volto ad accertare l'integrità dei tubi, in particolare della smussatura per la saldatura di testa e del rivestimento interno ed esterno dei tubi.

Nel caso in cui il controllo della qualità in fase di accettazione risultasse non conforme alle specifiche di progetto e delle specifiche norme UNI, il direttore dei lavori notificherà per iscritto i difetti riscontrati all'appaltatore, che avrà cinque giorni di tempo per effettuare le proprie verifiche e presentare le proprie controdeduzioni in forma scritta.

In caso di discordanza tra i risultati ottenuti, si provvederà entro i dieci giorni successivi ad attuare ulteriori verifiche, da eseguire in conformità alle normative di riferimento presso istituti esterni specializzati, scelti insindacabilmente dal committente e abilitati al rilascio delle certificazioni a norma di legge, eventualmente alla presenza di rappresentanti del committente e dell'appaltatore. Anche tali ulteriori verifiche saranno a totale carico dell'appaltatore e avranno valore definitivo circa la rispondenza o meno della fornitura ai requisiti contrattuali.
2. I tubi di polietilene (PE) per distribuzione di acqua, scarichi e fognature in pressione devono utilizzarsi alle seguenti condizioni (UNI EN 12201-1):
  - pressione massima operativa MOP, fino a 25 bar;
  - temperatura di esercizio di riferimento di 20 °C.

Possono essere impiegati tubi di polietilene dei tipi PE 80 e PE 100.

I materiali di cui sono composti i tubi devono essere conformi ai requisiti specificati nella norma EN 12201-1.
3. Le superfici esterne e interne dei tubi, se osservate senza ingrandimento, devono essere lisce, pulite ed esenti da rigature, cavità e altri difetti superficiali che possano influire sulla conformità del tubo alla norma UNI EN 12201-
  2. Le estremità del tubo devono risultare tagliate in modo netto e perpendicolarmente all'asse del tubo. I tubi devono essere di colore blu o neri con strisce blu.
4. I tubi forniti in rotoli devono essere arrotolati in modo che siano impediti deformazioni localizzate come, per esempio, le instabilità locali (imbozzamenti) e le torsioni (attorcigliamenti).
5. Il diametro medio esterno e lo scostamento dalla circolarità (ovalizzazione) devono essere conformi al prospetto 1 della norma UNI EN 12201-2.  
Lo spessore di parete deve essere conforme al prospetto 2 della stessa norma.
6. Tutti i tubi della fornitura devono essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza, in modo tale che la marcatura non dia inizio a fessurazioni oppure ad altri tipi di rotture premature, e che l'usuale stoccaggio, l'esposizione alle intemperie, la movimentazione, l'installazione e l'uso non danneggino la leggibilità del marchio.  
In caso di stampa, il colore dell'informazione stampata deve differire dal colore base del tubo.  
La marcatura minima dovrà riportare (UNI EN 12201-2):
  - numero della norma UNI EN 12201;
  - identificazione del fabbricante (nome e simbolo);
  - dimensioni (dn, en);
  - serie SDR;
  - materiale e designazione (PE 80 o PE 100);
  - classe di pressione in bar;
  - periodo di produzione (data o codice).
8. Altre norme di riferimento sono:
 

UNI EN 12201-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE).

Raccordi;  
UNI EN 12201-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE).  
Valvole;  
UNI EN 12201-5 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE).  
Idoneità all'impiego del sistema;  
UNI CEN/TS 12201-7 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua. Polietilene (PE).  
Guida per la valutazione della conformità;  
UNI EN 12106 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza alla pressione interna dopo applicazione di schiacciamento;  
UNI EN 12119 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Valvole di polietilene (PE). Metodo di prova per la resistenza ai cicli termici.

#### **Art. 49 - Dispositivi di chiusura e coronamento**

1. I materiali utilizzati per la realizzazione dei dispositivi di chiusura e coronamento, eccetto le griglie, possono essere i seguenti:
  - ghisa a grafite lamellare;
  - ghisa a grafite sferoidale;
  - getti di acciaio;
  - acciaio laminato;
  - uno dei materiali precedenti in abbinamento con calcestruzzo.L'uso di acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata un'adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione deve essere stabilito previo accordo fra committente e fornitore.
2. Le griglie devono essere fabbricate in:
  - ghisa a grafite lamellare;
  - ghisa a grafite sferoidale;
  - getti di acciaio.
3. Il riempimento dei chiusini può essere realizzato con calcestruzzo oppure altro materiale adeguato.
4. Tutti i chiusini, griglie telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:
  - UNI EN 124;
  - classe corrispondente;
  - nome e/o marchio fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
  - marchio di un ente di certificazione.Le marcature devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

#### **Art. 50 - Cavi e conduttori elettrici**

1. I cavi delle linee di energia possono essere dei seguenti tipi:
  - tipo A: cavi con guaina per tensioni nominali con  $U_0/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  Kv;
  - tipo B: cavi senza guaina per tensione nominale  $U_0/U = 450/750$  V;
  - tipo C: cavi con guaina resistenti al fuoco;
  - tipo D: cavi con tensioni nominali  $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$  kV.
2. I cavi per energia elettrica devono essere distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.  
Per la sequenza dei colori delle anime (fino a un massimo di cinque) dei cavi multipolari flessibili e rigidi, rispettivamente con e senza conduttore di protezione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00722 (HD 308).  
Per tutti i cavi unipolari senza guaina sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco rosa, turchese. Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione:
  - bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione;
  - colore blu per il conduttore di neutro.Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo) e bianco (polo negativo).  
Per la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione, si deve fare riferimento alla norma CEI UNEL 00721.  
Nell'uso dei colori devono essere rispettate le seguenti regole:
  - il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;
  - il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro. Quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase. In tal caso, detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;

- sono vietati i singoli colori verde e giallo.
3. I cavi elettrici, anche quelli soggetti a marcatura CE per la Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE, dovranno essere marcati CE anche ai sensi del Regolamento CPR (UE) 305/2011, inerente i cavi destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di costruzione o in parte di esse e la cui prestazione incide sulla prestazione delle opere di costruzione rispetto ai requisiti di base delle opere stesse.  
I cavi soggetti al CPR devono obbligatoriamente essere marcati con:
- identificazione di origine composta dal nome del produttore o del suo marchio di fabbrica o (se protetto legalmente) dal numero distintivo;
  - descrizione del prodotto o sigla di designazione;
  - la classe di reazione al fuoco.
- Essi, inoltre, possono anche essere marcati con i seguenti elementi:
- informazione richiesta da altre norme relative al prodotto;
  - anno di produzione;
  - marchi di certificazione volontaria ad esempio il marchio di qualità IMQ EFP;
  - informazioni aggiuntive a discrezione del produttore, sempre che non siano in conflitto né confondano le altre marcature obbligatorie.
- La norma CEI EN 50575 specifica per i cavi soggetti a CPR:
- i requisiti di prestazione alla reazione al fuoco;
  - le prove di comportamento al fuoco da effettuare;
  - i metodi di valutazione e verifica della costanza delle prestazioni.
- I cavi elettrici, ai fini del comportamento al fuoco, possono essere distinti nelle seguenti categorie:
- cavi conformi alla norma CEI 20-35 (EN 60332-1), che tratta la verifica della non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale;
  - cavi non propaganti l'incendio conformi alla normativa CEI 20-22 (EN 60332-3), che tratta la verifica della non propagazione dell'incendio di più cavi montati a fascio;
  - cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi, gas tossici e corrosivi, rispondenti alla norma CEI 20-35 (EN 60332) per la non propagazione dell'incendio e alle norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi;
  - cavi resistenti al fuoco conformi alle norme della serie CEI 20-36 (EN 50200- 50362), che tratta la verifica della capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio.
4. I cavi e le condutture per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori devono essere conformi alle seguenti norme:
- a. requisiti generali:
- CEI-UNEL 00722 – Identificazione delle anime dei cavi;
  - CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici;
  - CEI EN 50334 - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici;
  - CEI-UNEL 35024-1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
  - CEI-UNEL 35024-2 - Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
  - CEI-UNEL 35026 - Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Posa in aria e interrata;
  - CEI UNEL 35027 - Cavi di energia per tensione nominale U superiore ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico. Portate di corrente in regime permanente. Generalità per la posa in aria e interrata;
  - CEI 20-21 (serie) - Cavi elettrici. Calcolo della portata di corrente;
  - CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo;
  - CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
  - CEI 20-89 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di media tensione;
- b. cavi tipo A (I categoria) = cavi con guaina per tensioni nominali  $U_0/U = 300/500, 450/750$  e  $0,6/1$  kV:
- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
  - CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6 / 1$  kV;
  - CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale  $U_0/U: 0,6/ 1$  kV;
  - CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di

- qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6 / 1 kV;  
 CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro). Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;  
 CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni;
- c. cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV:  
 CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;  
 CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV;  
 CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6 / 1 kV;  
 CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;  
 CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo, sotto guaina di PVC. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6/1 kV;  
 CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con polivinilcloruro, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 0,6 / 1 kV;  
 CEI EN 50525 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V;  
 CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;  
 CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;  
 CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti senza alogeni. Cavi con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;  
 CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6 / 1 kV;  
 CEI-UNEL 35371 - Cavi per comando e segnalamento isolati con gomma elastomerica, sotto guaina termoplastica o elastomerica, non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV;  
 IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V - FROR 450/750 V;  
 IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH). Tensione nominale U<sub>0</sub>/U non superiore a 450/750 V - FM9OZ1 - 450/750 V - LSOH.
- d. cavi tipo B = cavi senza guaina per tensione nominale U<sub>0</sub>/U = 450/750 V:  
 CEI EN 50525-2-31 - Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi per applicazioni generali - Cavi unipolari senza guaina con isolamento termoplastico in PVC;  
 CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 450/750 V;  
 CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 450/750 V;  
 CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio senza alogeni. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U: 450/750 V;  
 IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U<sub>0</sub>/U non superiore a 450/750 V;
- e. cavi tipo C = cavi resistenti al fuoco:  
 CEI 20-39/1 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V;  
 CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza

- alogeni (LSOH) con tensione nominale  $U_0/U$  di 0,6/1 kV;
- f. cavi tipo D (II categoria) = cavi con tensioni nominali  $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$  kV:  
 CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;  
 IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV).
5. I componenti elettrici non previsti dalla legge n. 791/1977 o senza norme di riferimento dovranno essere comunque conformi alla legge n. 186/1968.
6. Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:
- conduttori di fase: 1,5 mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia;
  - conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm<sup>2</sup> (rame);
  - conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm<sup>2</sup>. Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup>, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:
    - la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
    - la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup>.
- Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:
- 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetto meccanicamente;
  - 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetto meccanicamente.
- Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm<sup>2</sup>. Il conduttore di terra potrà essere:
- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente e non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> in rame o ferro zincato;
  - non protetto contro la corrosione e non inferiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame) oppure 50 mm<sup>2</sup> (ferro);
  - protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella CEI-UNEL 3502. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.
- Il conduttore PEN (solo nel sistema TN) sarà non inferiore a 10 mm<sup>2</sup> (rame).
- I conduttori equipotenziali principali saranno non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm<sup>2</sup> (rame).
- I conduttori equipotenziali supplementari dovranno essere:
- fra massa e massa, non inferiori alla sezione del conduttore di protezione minore;
  - fra massa e massa estranea, di sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
  - fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiori a 2,5 mm<sup>2</sup> (rame) se protetti meccanicamente, e a 4 mm<sup>2</sup> (rame) se non protetti meccanicamente.
- Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

### **Art. 51 - Apparecchi di pubblica illuminazione**

1. Gli apparecchi di pubblica illuminazione dovranno essere realizzati in Classe II e rispondere alle prescrizioni di cui alla seguente normativa:
  - CEI EN 60598-1 - Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni generali e prove;
  - CEI EN 60598-2-3 - Apparecchi di illuminazione. Apparecchi per illuminazione stradale;
  - CEI EN 60598-2-5 - Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni particolari. Proiettori.
2. Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:
  - a. apparecchi per illuminazione stradale "aperti" (senza coppa o rifrattore):
    - vano ottico = IPX3;
    - vano ausiliari = IP23;
  - b. apparecchi per illuminazione stradale "chiusi" (con coppa o rifrattore):
    - vano ottico = IP54;
    - vano ausiliari = IP23;
  - c. proiettori su torri faro o parete (verso il basso) = IP65;
  - d. proiettori sommersi = IP68.

3. Gli apparecchi di pubblica illuminazione dovranno altresì rispondere ai seguenti requisiti di carattere generale:
  - durata dell'apparecchio, mediante l'impiego di materiali di costruzione delle varie parti (resine, leghe di alluminio, acciaio inox, ecc.) resistenti all'azione meccanica e chimica degli agenti atmosferici;
  - conservazione nel tempo delle caratteristiche fotometriche, attraverso l'idonea protezione del vano di posizionamento del sistema ottico ed illuminante;
  - facilità di installazione, con immediata accessibilità del dispositivo di fissaggio, l'adattabilità dello stesso ai supporti e la possibilità di controllo di regolazione dell'inclinazione.
4. Gli apparecchi destinati a contenere le lampade a vapore di sodio ad alta pressione devono essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:
  - 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro;
  - 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente;
  - 10 V per le lampade da 250 W (tutti i due tipi);
  - 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro;
  - 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.
5. Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della Norma CEI 34-21.
6. Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla legge regionale sul contenimento dell'inquinamento luminoso.
 

Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del tre per cento del flusso luminoso totale emesso, potranno, previa preventiva autorizzazione ed a seguito di reali necessità impiantistiche, essere installati.
7. I produttori devono rilasciare la dichiarazione di conformità delle loro apparecchiature e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di uso corretto. La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard.
 

Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

  - temperatura ambiente durante la misurazione;
  - tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
  - norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
  - identificazione del laboratorio di misura;
  - specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
  - nome del responsabile tecnico di laboratorio;
  - corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
  - tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.

Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura.

Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

  - angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti della legge regionale sul contenimento dell'inquinamento luminoso. In genere l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno);
  - diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen;
  - diagramma del fattore di utilizzazione;
  - classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.
8. Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori.
9. Nel rispetto del criterio "2.3.5.4 Impianto di illuminazione pubblica", così definito nell'Allegato al Decreto del Ministero della Transizione Ecologica del 23 giugno 2022, l'impianto è progettato secondo i requisiti di cui al decreto ministeriale 27 settembre 2017 recante "Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l'acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l'affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica"
10. La Relazione CAM, parte del progetto posto a base di gara, illustra in che modo il progetto ha tenuto conto del criterio ambientale "2.3.5.4 Impianto di illuminazione pubblica" (Decreto MiTE 23 giugno 2022) nonché le verifiche e i mezzi di prova che dovranno essere prodotti anche ai fini dell'accettazione dei materiali da parte del direttore dei lavori.

## **Art. 52 - Pali per illuminazione**

1. I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alla serie delle norme UNI EN 40. E' previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità di classe S235 o superiore, secondo norma UNI EN 10025, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2).

### **Art. 53 - Misti granulari per fondazione stradale**

1. Il misto granulare dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico-meccaniche.  
Nella sovrastruttura stradale il misto granulare dovrà essere impiegato per la costruzione di stati di fondazione e di base.  
Gli aggregati grossi (trattenuti al crivello uni n. 5) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.  
L'aggregato grosso in generale deve avere dimensioni non superiori a 71 mm e deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella successiva tabella, relativa alle strade urbane di quartiere e locali.

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Los Angeles	uni en 1097-2	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval umida	cnr b.u. n. 109/85	%	-	≤ 25
Quantità di frantumato	-	%	-	≤ 60
Dimensione max	cnr b.u. n. 23/71	mm	63	63
Sensibilità al gelo (se necessario)	cnr b.u. n. 80/80	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possedano le caratteristiche riassunte nella tabella seguente, relativa alle strade urbane di quartiere e locali.

Passante al crivello uni n. 5				
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione	
Parametro	Normativa	Unità di misura	Fondazione	Base
Equivalente in sabbia	uni en 933-8	%	≥ 40	≥ 50
Indice plasticità	uni cen iso /TS 17892-12	%	≤ 6	N.P.
Limite liquido	uni cen iso /TS 17892-12	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/80	%	≤ 6	≤ 6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale.

2. La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve possedere la composizione granulometrica prevista dalla norma UNI EN 933-1.  
L'indice di portanza cbr (uni en 13286-47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguita sul materiale passante al crivello uni 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione e, in ogni caso, non minore di 30. È, inoltre, richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di ± 2% rispetto all'umidità ottimale di costipamento.  
Il modulo resiliente (MR) della miscela impiegata deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (norma aashto t294).  
Il modulo di deformazione (Md) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (cnr b.u. n. 146/1992).  
Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere uguale a quello progettuale della pavimentazione (cnr b.u. n. 92/1983).  
I diversi componenti (in particolare le sabbie) devono essere del tutto privi di materie organiche, solubili,

alterabili e friabili.

3. L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un laboratorio ufficiale. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia aasho modificata (cnr b.u. n. 69/1978).  
Una volta accettato da parte della direzione dei lavori lo studio delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi a esso.
4. L'impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree e i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.
5. Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in situ al momento della stesa, oltreché con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella seguente.

Tipo di campione	Ubicazione prelievo	Frequenza prove
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Aggregato fine	Impianto	Iniziale, poi secondo D.L.
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>3</sup> di stesa
Sagoma	Strato finito	Ogni 20 m o ogni 5 m
Strato finito (densità <i>in situ</i> )	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>2</sup> di stesa
Strato finito (portanza)	Strato finito o pavimentazione	Ogni 000 m <sup>2</sup> m di fascia stesa

6. Le caratteristiche di accettazione dei materiali dovranno essere verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali.

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in situ già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di  $\pm 5$  punti per l'aggregato grosso e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fine. In ogni caso, non devono essere superati i limiti del fuso assegnato. L'equivalente in sabbia dell'aggregato fine va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

A compattazione ultimata, la densità del secco *in situ*, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (*gs<sub>max</sub>*) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma cnr B.U. n. 22/1972. Per valori di densità inferiori a quelli previsti viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:  
- del 10% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra il 95 e il 98% del valore di riferimento;  
- del 20% dell'importo dello strato, per densità *in situ* comprese tra il 93 e il 95% del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità *in situ* e i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello uni 25 mm.

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'impresa.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La verifica delle quote di progetto dovrà eseguirsi con procedimento topografico, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 20 m nei tratti a curvatura costante e non superiore a 5 m nei tratti a curvatura variabile, di variazione della pendenza trasversale. Nelle stesse sezioni dei controlli longitudinali di quota dovrà verificarsi la sagoma trasversale, prevedendo almeno due misure per ogni parte a destra e a sinistra dell'asse stradale.

Lo spessore medio dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché tale differenza si presenti solo saltuariamente.

### Art. 54 - Materiali massicciata stradale

1. Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata stradale dovranno soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" di cui al "Fascicolo n. 4" del Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione.
2. La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente.

### Art. 55 - Conglomerati bituminosi a caldo tradizionali

1. I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.
2. Il legante deve essere costituito da bitume semisolido ed, eventualmente, da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con acf (attivanti chimici funzionali).

A seconda della temperatura media della zona di impiego, il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100, con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Parametro	Normativa	U.M.	Tipo 50/70	Tipo 80/100
Penetrazione a 25 °C	uni en 1426, CNR B.U. n. 24/1971	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	uni en 1427, CNR B.U. n. 35/1973	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	cnr b.u. n. 43 /1974	°C	£ - 8	£ - 8
Solubilità in Tricloroetilene	cnr b.u. n. 48/1975	%	<sup>3</sup> 99	<sup>3</sup> 99
Viscosità dinamica a 160 °C, <i>g</i> = 10s-1	Pren 13072-2	Pa·s	£ 0,3	£ 0,2
Valori dopo RTFOT	uni en 12607-1	-	-	-
Volatilità	cnr b.u. n. 54/1977	%	£ 0,5	£ 0,5
Penetrazione residua a 25 °C	uni en 1426, cnr b.u. n. 24/71	%	<sup>3</sup> 50	<sup>3</sup> 50
Incremento del punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	£ 9	£ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

3. Gli additivi sono prodotti naturali o artificiali che, aggiunti agli aggregati o al bitume, consentono di migliorare le prestazioni dei conglomerati bituminosi.

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

Il loro dosaggio, da specificare obbligatoriamente nello studio della miscela, potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto.

L'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo, anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

L'immissione delle sostanze tensioattive nel bitume deve essere realizzata con attrezzature idonee, tali da garantire l'esatto dosaggio e la loro perfetta dispersione nel legante bituminoso.

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

4. L'aggregato grosso 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 requisiti previsti al variare del tipo di strada. La seguente tabella si riferisce alle strade urbane di quartiere e locali.

Trattenuto al crivello uni n. 5					
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione		
Parametro	Normativa	U.M.	Base	Binder	Usura

Los Angeles1	uni en 1097-2	%	≤40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida1	uni en 1097-1	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	cnr b.u. n. 23/1971	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	cnr b.u. n. 80/1980	%	≤ 30	≤ 30	≤30
Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤ 5	≤5	0
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≤ 2	≤2	≤2
Indice appiattimento	cnr b.u. n. 95/1984	%	-	≤ 35	≤30
Porosità	cnr b.u. n. 65/1978	%	-	≤1,5	≤1,5
cla	cnr b.u. n. 140/1992	%	-	-	≥40

1 Uno dei due valori dei coefficienti Los Angeles e Micro Deval Umida può risultare maggiore (fino a due punti) rispetto al limite indicato, purché la loro somma risulti inferiore o uguale alla somma dei valori limite indicati.

Nello strato di usura, la miscela finale degli aggregati deve contenere una frazione grossa di natura basaltica o porfirica, con cla ≥ 43, pari almeno al 30% del totale.

In alternativa all'uso del basalto o del porfido, si possono utilizzare inerti porosi naturali (vulcanici) o artificiali (argilla espansa resistente o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) a elevata rugosità superficiale (cla ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% e il 30% del totale, a eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% e il 35% degli inerti che compongono la miscela.

5. L'aggregato fine deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione. A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere determinate caratteristiche relative ai parametri qui riportati:

Parametro	Normativa
Equivalentente in sabbia	uni en 933-8
Indice plasticità	uni cen iso /ts 17892-12
Limite liquido	uni cen iso /ts 17892-12
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980
Quantità di frantumato	cnr b.u. n. 109/1985

Per aggregati fini utilizzati negli strati di usura, il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 10%, qualora gli stessi provengano da rocce aventi un valore di cla ≥ 42.

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, deve soddisfare i requisiti indicati nella seguente tabella valida per tutte le strade.

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	cnr b.u. n. 138/1992	%	≤ 5
Passante allo 0,18	cnr b.u. n. 23/1971	%	100
Passante allo 0,075	cnr b.u. n. 75/1980	%	≥80
Indice plasticità	uni cen iso /TS 17892-12	-	N.P.
Vuoti Rigden	cnr b.u. n. 123/1988	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitumen = 1,5	cnr b.u. n. 122/1988	DPA	≥5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un laboratorio ufficiale, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Per *conglomerato riciclato* deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali oppure dalla fresatura *in situ* eseguita con macchine idonee (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti devono essere comprese

nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base: £ 30%;
- conglomerato per strato di collegamento: £ 25%;
- conglomerato per tappeto di usura: £ 20%.

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento e usura; per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

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

6. La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati nella tabella successiva. La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati di seguito.

Serie crivelli e setacci uni		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Crivello	40	100	-	-	-	-
Crivello	30	80-100	-	-	-	-
Crivello	25	70-95	100	100	-	-
Crivello	15	45-70	65-85	90-100	100	-
Crivello	10	35-60	55-75	70-90	70-90	100
Crivello	5	25-50	35-55	40-55	40-60	45-65
Setaccio	2	20-35	25-38	25-38	25-38	28- 45
Setaccio	0,4	6-20	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio	0,18	4-14	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio	0,075	4-8	4-8	6-10	6-10	6-10
% di bitume		4,0-5,0	4,5-5,5	4,8-5,8	5,0-6, 0	5,2-6,2

Per i tappeti di usura, il fuso A è da impiegare per spessori superiori a 4 cm, il fuso B per spessori di 3-4 cm, e il fuso C per spessori inferiori a 3 cm.

La quantità di bitume nuovo di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con metodo volumetrico. In via transitoria si potrà utilizzare, in alternativa, il metodo Marshall.

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder e il tappeto di usura sono riportate nelle seguenti tabelle.

Metodo volumetrico	Strato pavimentazione			
	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Condizioni di prova				
Angolo di rotazione		1,25° ± 0,02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	kPa	600		
Diametro del provino	mm	150		
<i>Risultati richiesti</i>	-	-	-	-
Vuoti a 10 rotazioni	%	10-14	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni <sup>1</sup>	%	3-5	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-	0,6-0,9
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	-	-	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25 °C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤5	≤ 25	≤ 25
<p>1 La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria verrà indicata nel seguito con <i>DG</i>.</p> <p>2 Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria.</p> <p>3 Coefficiente di trazione indiretta: <math>cti = \pi/2 \cdot DRt/Dc</math> dove  <i>D</i> = dimensione in mm della sezione trasversale del provino  <i>Dc</i> = deformazione a rottura  <i>Rt</i> = resistenza a trazione indiretta.</p>				

Metodo Marshall	Strato pavimentazione			
Condizioni di prova	Unità di misura	Base	Binder	Usura
Costipamento	75 colpi per faccia			
Risultati richiesti	-	-	-	-
Stabilità Marshall	kN	8	10	11
Rigidità Marshall	kN/mm	> 2,5	3-4,5	3-4,5
Vuoti residui <sup>1</sup>	%	4-7	4-6	3-6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	-	-	0,7-1
Coefficiente di trazione indiretta 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	-	-	> 70

<sup>1</sup> La densità Marshall viene indicata nel seguito con *DM*.

7. L'impresa è tenuta a presentare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettata da parte della direzione dei lavori la composizione della miscela proposta, l'impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 5$  per lo strato di base e di  $\pm 3$  per gli strati di binder e usura. Sono ammessi scostamenti dell'aggregato fine (passante al crivello UNI n. 5) contenuti in  $\pm 2$ ; scostamenti del passante al setaccio UNI 0,075 mm contenuti in  $\pm 1,5$ .

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,25$ .

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

L'impianto deve, comunque, garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione.

Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del bitume alla temperatura richiesta e a viscosità uniforme, fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio sia del bitume sia dell'additivo.

9. Prima della realizzazione dello strato di conglomerato bituminoso, è necessario preparare la superficie di stesa, allo scopo di garantire un'adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi le caratteristiche progettuali. A seconda che lo strato di supporto sia in misto granulare oppure in conglomerato bituminoso, la lavorazione corrispondente prenderà il nome, rispettivamente, di *mano di ancoraggio* e *mano d'attacco*.

Per *mano di ancoraggio* si intende un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato, irrigidendone la parte superficiale, 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 un'emulsione bituminosa cationica applicata con un dosaggio di bitume residuo pari ad almeno 1 kg/m<sup>2</sup>, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella seguente.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	55±2
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E2-6	
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	180-200
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	30±5

Per *mano d'attacco* si intende un'emulsione bituminosa a rottura media oppure rapida (in funzione delle condizioni di utilizzo), applicata sopra una superficie di conglomerato bituminoso prima della realizzazione di un nuovo strato, avente lo scopo di evitare possibili scorrimenti relativi, aumentando l'adesione

all'interfaccia.

Le caratteristiche e il dosaggio del materiale da impiegare variano a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da un'emulsione bituminosa cationica (al 60% oppure al 65% di legante), dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0,30 kg/m<sup>2</sup>, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella che segue.

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	Positiva	Positiva
Contenuto di acqua (%) peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	60±2	65±2
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso	-	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	< 100	< 100
Punto di rammollimento	uni en 1427, cnr b.u. n. 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente, deve utilizzarsi un'emulsione bituminosa modificata dosata in modo tale che il bitume residuo risulti pari a 0,35 kg/m<sup>2</sup>, avente le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

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

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	cnr b.u. n. 99/1984	-	positiva
Contenuto di acqua % peso	cnr b.u. n. 101/1984	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	cnr b.u. n. 100/1984	%	70±1
Flussante (%)	cnr b.u. n. 100/1984	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	cnr b.u. n. 102/1984	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	cnr b.u. n. 124/1988	%	< 5
Residuo bituminoso	-	-	-
Penetrazione a 25 °C	cnr b.u. n. 24/1971	dmm	50-70
Punto di rammollimento	cnr b.u. n. 35/1973	°C	> 65

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino a un massimo del 55% di bitume residuo), a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati nella tabella precedente.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati e a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo astra (metodologia riportata in allegato B) rilasciato dal produttore.

10. 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 con prove *in situ*.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni, uno dei quali viene utilizzato per i controlli presso un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001. L'altro campione, invece, resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati e la quantità di attivante d'adesione; devono, inoltre, essere controllate le caratteristiche di idoneità mediante la pressa giratoria.

I provini confezionati mediante la pressa giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25

°C (brasiliana).

In mancanza della pressa giratoria, devono essere effettuate prove Marshall:

- peso di volume (dm);
- stabilità e rigidezza (cnr b.u. n. 40/1973);
- percentuale dei vuoti residui (cnr b.u. n. 39/1973);
- resistenza alla trazione indiretta (prova brasiliana, cnr b.u. n. 134/1991).

Dopo la stesa, la direzione dei lavori preleverà alcune carote per il controllo delle caratteristiche del calcestruzzo e la verifica degli spessori.

Sulle carote devono essere determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) e scartando i valori con spessore in eccesso di oltre il 5% rispetto a quello di progetto.

Per il tappeto di usura dovrà, inoltre, essere misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo skid tester, secondo la norma cnr b.u. n. 105/1985.

---

## • CRITERI AMBIENTALI MINIMI

### Art. 56 - SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI RELATIVE AL CANTIERE

1. Ai sensi dell'art. 57, comma 2 del codice dei contratti pubblici, si fa riferimento ai criteri ambientali minimi di cui al Capitolo "2.6 Specifiche tecniche progettuali di livello territoriale-urbanistico" del Decreto MITE n. 256 del 23 giugno 2022, che Il progettista integra nel progetto di cantiere e nel presente capitolato speciale d'appalto (progetto esecutivo).
2. La verifica dei criteri contenuti in questo articolo avviene secondo le specifiche di cui alla Relazione CAM del progetto posto a base di gara, in cui è evidenziato lo stato ante operam, gli interventi previsti, i conseguenti risultati raggiungibili e lo stato post operam. Tale relazione è integrata come eventualmente meglio specificato per la verifica dei singoli criteri.

#### Art. 56.1 - Prestazioni ambientali del cantiere -

1. Le attività di preparazione e conduzione del cantiere prevedono le seguenti azioni:
  - a. individuazione delle possibili criticità legate all'impatto nell'area di cantiere e alle emissioni di inquinanti sull'ambiente circostante, e delle misure previste per la loro eliminazione o riduzione.
  - b. definizione delle misure da adottare per la protezione delle risorse naturali, paesistiche e storico-culturali presenti nell'area del cantiere quali la recinzione e protezione degli ambiti interessati da fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone. Qualora l'area di cantiere ricada in siti tutelati ai sensi delle norme del piano paesistico si applicano le misure previste;
  - c. rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare, *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch-list della flora alloctona d'Italia" (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow);
  - d. protezione delle specie arboree e arbustive autoctone. Gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici etc.;
  - e. disposizione dei depositi di materiali di cantiere non in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (è garantita almeno una fascia di rispetto di dieci metri);
  - f. definizione delle misure adottate per aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e per minimizzare le emissioni di inquinanti e gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda ecc.);
  - g. fermo restando l'elaborazione di una valutazione previsionale di impatto acustico ai sensi della legge 26 ottobre 1995, n. 447, "Legge quadro sull'inquinamento acustico", definizione di misure per l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico e scarico dei materiali, di taglio dei materiali, di impasto del cemento e di disarmo ecc, e l'eventuale installazione di schermature/coperture antirumore (fisse o mobili) nelle aree più critiche e nelle aree di lavorazione più rumorose, con particolare riferimento alla disponibilità ad utilizzare gruppi elettrogeni super silenziati e compressori a ridotta emissione acustica;
  - h. definizione delle misure per l'abbattimento delle emissioni gassose inquinanti con riferimento alle

attività di lavoro delle macchine operatrici e da cantiere che saranno impiegate, tenendo conto delle "fasi minime impiegabili": fase III A minimo a decorrere da gennaio 2022. Fase IV minimo a decorrere dal gennaio 2024 e la V dal gennaio 2026 (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040);

- i. definizione delle misure atte a garantire il risparmio idrico e la gestione delle acque reflue nel cantiere e l'uso delle acque piovane e quelle di lavorazione degli inerti, prevedendo opportune reti di drenaggio e scarico delle acque;
  - j. definizione delle misure per l'abbattimento delle polveri e fumi anche attraverso periodici interventi di irrorazione delle aree di lavorazione con l'acqua o altre tecniche di contenimento del fenomeno del sollevamento della polvere;
  - k. definizione delle misure per garantire la protezione del suolo e del sottosuolo, impedendo la diminuzione di materia organica, il calo della biodiversità nei diversi strati, la contaminazione locale o diffusa, la salinizzazione, l'erosione etc., anche attraverso la verifica continua degli sversamenti accidentali di sostanze e materiali inquinanti e la previsione dei relativi interventi di estrazione e smaltimento del suolo contaminato;
  - l. definizione delle misure a tutela delle acque superficiali e sotterranee, quali l'impermeabilizzazione di eventuali aree di deposito temporaneo di rifiuti non inerti e depurazione delle acque di dilavamento prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
  - m. definizione delle misure idonee per ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso schermature e sistemazione a verde, soprattutto in presenza di abitazioni contigue e habitat con presenza di specie particolarmente sensibili alla presenza umana;
  - n. misure per realizzare la demolizione selettiva individuando gli spazi per la raccolta dei materiali da avviare a preparazione per il riutilizzo, recupero e riciclo;
  - o. misure per implementare la raccolta differenziata nel cantiere (imballaggi, rifiuti pericolosi e speciali etc.) individuando le aree da adibire a deposito temporaneo, gli spazi opportunamente attrezzati (con idonei cassonetti/contenitori carrellabili opportunamente etichettati per la raccolta differenziata etc.).
3. La Relazione CAM, di cui criterio "2.2.1-Relazione CAM", illustra in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale

#### **Art. 57 - CLAUSOLE CONTRATTUALI PER L'APPALTO DEI LAVORI**

1. Ai sensi dell'art. 57, comma 2 del codice dei contratti pubblici, si fa riferimento al Capitolo 3.1 Clausole contrattuali per le gare di lavori per interventi edilizi del Decreto MiTE n. 256 del 23 giugno 2022, specificati negli articoli del presente articolo.

#### **Art. 57.1 - Personale di cantiere**

1. Il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) è adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri.
2. L'appaltatore deve allegare, alla domanda di partecipazione alla gara, una dichiarazione di impegno a presentare idonea documentazione attestante la formazione del personale con compiti di coordinamento, quale ad esempio curriculum, diplomi, attestati, da cui risulti che il personale ha partecipato ad attività formative inerenti ai temi elencati nel criterio etc. oppure attestante la formazione specifica del personale a cura di un docente esperto in gestione ambientale del cantiere, svolta in occasione dei lavori. In corso di esecuzione del contratto, il direttore dei lavori verificherà la rispondenza al criterio.

#### **Art. 57.2 - Macchine operatrici**

1. L'aggiudicatario si impegna a impiegare motori termici delle macchine operatrici di fase III A minimo, a decorrere da gennaio 2024. La fase minima impiegabile in cantiere sarà la fase IV a decorrere dal gennaio 2026, e la fase V (le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal regolamento UE 1628/2016 modificato dal regolamento UE 2020/1040) a decorrere dal gennaio 2028.
2. L'appaltatore allega alla domanda di partecipazione alla gara, dichiarazione di impegno a impiegare macchine operatrici come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, presenta, al direttore dei lavori, i manuali d'uso e manutenzione, ovvero i libretti di immatricolazione quando disponibili, delle macchine utilizzate in cantiere per la verifica della Fase di appartenenza. La documentazione è parte dei documenti di fine lavori consegnati dal Direzione Lavori alla Stazione Appaltante.

### Art. 57.3 - Grassi ed oli biodegradabili

1. I grassi ed oli biodegradabili devono essere in possesso del marchio di qualità ecologica europeo Ecolabel (UE) o altre etichette ambientali conformi alla UNI EN ISO 14024, oppure devono essere conformi ai seguenti requisiti ambientali.
2. I requisiti di biodegradabilità dei composti organici e di potenziale di bioaccumulo devono essere soddisfatti per ogni sostanza, intenzionalmente aggiunta o formata, presente in una concentrazione  $\geq 0,10\%$  p/p nel prodotto finale.

Il prodotto finale non contiene sostanze in concentrazione  $\geq 0,10\%$  p/p, che siano al contempo non biodegradabili e (potenzialmente) bioaccumulabili.

Il lubrificante può contenere una o più sostanze che presentino un certo grado di biodegradabilità e di bioaccumulo secondo una determinata correlazione tra concentrazione cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze e biodegradabilità e bioaccumulo così come riportato in tabella 1.

tabella 1. Limiti di percentuale cumulativa di massa (% p/p) delle sostanze presenti nel prodotto finale in relazione alla biodegradabilità ed al potenziale di bioaccumulo

<b>TABELLA 1</b>		
	<b>OLI</b>	<b>GRASSI</b>
Rapidamente biodegradabile in condizioni aerobiche	>90%	>80%
Intrinsecamente biodegradabile in condizioni aerobiche	$\leq 10\%$	$\leq 20\%$
Non biodegradabile e non bioaccumulabile	$\leq 5\%$	$\leq 15\%$
Non biodegradabile e bioaccumulabile	$\leq 0,1\%$	$\leq 0,1\%$

2. Non occorre determinare il potenziale di bioaccumulo nei casi in cui la sostanza:
  - ha massa molecolare (MM) > 800 g/mol e diametro molecolare > 1,5 nm (> 15 Å), oppure
  - ha un coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua (log Kow) < 3 o > 7, oppure
  - ha un fattore di bioconcentrazione misurato (BCF)  $\leq 100$  l/kg, oppure
  - è un polimero la cui frazione con massa molecolare < 1 000 g/mol è inferiore all'1 %.
3. L'appaltatore allega alla domanda di partecipazione alla gara, dichiarazione di impegno a impiegare grassi ed oli biodegradabili come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, presenta, al direttore dei lavori, l'elenco di prodotti con indicazione della denominazione sociale del produttore, la denominazione commerciale del prodotto e l'etichetta ambientale posseduta. Nel caso in cui il prodotto non sia in possesso del marchio Ecolabel (UE) sopra citato, ma di altre etichette ambientali UNI EN ISO 14024, devono essere riportate le caratteristiche, anche tecniche, dell'etichetta posseduta. In assenza di certificazione ambientale, la conformità al criterio sulla biodegradabilità e sul potenziale di bioaccumulo è dimostrata mediante rapporti di prova redatti da laboratori accreditati in base alla norma tecnica UNI EN ISO 17025. Detti laboratori devono pertanto effettuare un controllo documentale, effettuato sulle Schede di Dati di Sicurezza (SDS), degli ingredienti usati nella formulazione del prodotto e sulle SDS del prodotto stesso, ovvero di altre informazioni specifiche (quali ad esempio: individuazione delle sostanze costituenti il formulato e presenti nell'ultima versione dell'elenco LUSC, LUBRICANT SUBSTANCE CLASSIFICATION LIST, della decisione (UE) 2018/1702 della Commissione del 8 novembre 2018 o dati tratti da letteratura scientifica) che ne dimostrino la biodegradabilità e, ove necessario, il bioaccumulo (potenziale); In caso di assenza di dati sopra citati, detti laboratori devono eseguire uno o più dei test indicati nelle tabelle 2 e 3 al fine di garantire la conformità al criterio di biodegradabilità e potenziale di bioaccumulo.

<b>Tabella 2 - Test di biodegradabilità</b>		
	<b>SOGLIE</b>	<b>TEST</b>
Rapidamente biodegradabile (aerobiche)	$\geq 70\%$ (prove basate sul carbonio organico disciolto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 301 A / capitolo C.4-A dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 E / capitolo C.4-B dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 306 (Shake Flask method)</li> </ul>
	$\geq 60\%$ (prove basate su impoverimento di O <sub>2</sub> /formazione di CO <sub>2</sub> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 301 B / capitolo C.4 -C dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 C / capitolo C.4 -F dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 D / capitolo C.4 -E dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 F / capitolo C.4 -D dell'allegato del Reg.</li> </ul>

		(EC) N.440/2008 • OECD 306 (Closed Bottle method)/capitolo C.42 del Reg. (EC) N.440/2008 • OECD 310/capitolo C.29 del Reg. (EC) N.440/2008
Intrinsecamente biodegradabile (aerobiche)	> 70%	• OECD 302 B / capitolo C.9 dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008 • OECD 302 C
	20% < X < 60% (prove basate su impoverimento di O <sub>2</sub> / formazione CO <sub>2</sub> )	• OECD 301 B / capitolo C.4-C dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008 • OECD 301 C / capitolo C.4-F dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008 • OECD 301 D / capitolo C.4-E dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008 • OECD 301 F / capitolo C.4-D dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008 • OECD 306 (Closed Bottle method)/capitolo C.42 del Reg. (EC) N.440/2008 • OECD 310/capitolo C.29 del Reg. (EC) N.440/2008
BOD <sub>5</sub> /COD	≥0,5	• capitolo C.5 dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008 • capitolo C.6 dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008

Le sostanze, con concentrazioni  $\geq 0,10\%$  p/p nel prodotto finale, che non soddisfano i criteri previsti in tabella 2 sono considerate sostanze non biodegradabili, per le quali è necessario verificare il potenziale di bioaccumulo, dimostrando di conseguenza che la sostanza non bioaccumuli.

<b>Tabella 3: Test e prove di bioaccumulo</b>		
	<b>SOGLIE</b>	<b>TEST</b>
log KOW (misurato)	Logkow < 3 Logkow > 7	• OECD 107 / Part A.8 Reg. (EC) No 440/2008 • OECD 123 / Part A.23 Reg. (EC) No 440/2008
log KOW (calcolato)*	Logkow < 3 Logkow > 7	• CLOGP • LOGKOW • KOWWIN • SPARC
BCF (Fattore di bioconcentrazione)	≤ 100 l/kg	• OECD 305 / Part C.13 Reg. (EC) No 440/2008

\* Nel caso di una sostanza organica che non sia un tensioattivo e per la quale non sono disponibili valori sperimentali, è possibile utilizzare un metodo di calcolo. Sono consentiti i metodi di calcolo riportati in tabella.

4. I valori log Kow si applicano soltanto alle sostanze chimiche organiche. Per valutare il potenziale di bioaccumulo di composti inorganici, di tensioattivi e di alcuni composti organometallici devono essere effettuate misurazioni del Fattore di bioconcentrazione-BCF. Le sostanze che non incontrano i criteri in tabella 3 sono considerate (potenzialmente) bioaccumulabili. I rapporti di prova forniti rendono evidenti le prove che sono state effettuate ed attestano la conformità ai CAM relativamente alla biodegradabilità e, ove necessario, al bioaccumulo (potenziale).

#### **Art. 57.4 - Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata**

1. I grassi e gli oli lubrificanti rigenerati, che sono costituiti, in quota parte, da oli derivanti da un processo di rigenerazione di oli minerali esausti, devono contenere almeno le seguenti quote minime di base lubrificante rigenerata sul peso totale del prodotto, tenendo conto delle funzioni d'uso del prodotto stesso di cui alla successiva tabella 4:

<b>Tabella 4</b>	
<b>Nomenclatura combinata-NC</b>	<b>Soglia minima base rigenerata %</b>

NC 27101981 (oli per motore)	40%
NC 27101983 (oli idraulici)	80%
NC 27101987 (oli cambio)	30%
NC 27101999 (altri)	30%

2. I grassi e gli oli lubrificanti la cui funzione d'uso non è riportata in Tabella 4 devono contenere almeno il 30% di base rigenerata.
3. L'appaltatore deve allegare alla domanda di partecipazione alla gara, dichiarazione di impegno a impiegare grassi ed oli biodegradabili come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, presenta, al direttore dei lavori, l'elenco di prodotti con la certificazione attestante il contenuto di riciclato quale ReMade in Italy®. Tale previsione si applica così come previsto dal comma 3 dell'art. 69 o dal comma 2 dell'art. 82 del decreto legislativo 18 aprile 2016 n. 50.

**Art. 57.5 - Requisiti degli imballaggi in plastica degli oli lubrificanti**

1. L'imballaggio in plastica primario degli oli lubrificanti è costituito da una percentuale minima di plastica riciclata pari al 25% in peso.
2. L'appaltatore deve allegare alla domanda di partecipazione alla gara, dichiarazione di impegno a impiegare grassi ed oli biodegradabili come indicato nel criterio. In corso di esecuzione del contratto, entro 60 giorni dalla data di stipula del contratto, presenta, al direttore dei lavori, l'elenco di prodotti con la certificazione attestante il contenuto di riciclato quale ReMade in Italy® o Plastica Seconda Vita. I prodotti con l'etichetta ecologica Ecolabel (UE) sono conformi al criterio.

## **PARTE 2**

### **NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**

#### **Art. 58.1 NORME GENERALI**

##### **Generalità**

La quantità dei lavori e delle provviste sarà determinata a misura, a peso, a corpo, in relazione a quanto previsto nell'elenco dei prezzi allegato.

Le misure verranno rilevate in contraddittorio in base all'effettiva esecuzione. Qualora esse risultino maggiori di quelle indicate nei grafici di progetto o di quelle ordinate dalla Direzione, le eccedenze non verranno contabilizzate. Soltanto nel caso che la Direzione dei Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione.

In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Appaltatore. Resta sempre salva in ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

##### **Contabilizzazione dei lavori a corpo e/o a misura**

La contabilizzazione dei lavori a misura sarà realizzata secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nella descrizione delle singole voci di elenco prezzi; in caso diverso verranno utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in sito, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.

La contabilizzazione delle opere sarà effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari di contratto. Nel caso di appalti aggiudicati col criterio dell'OEPV (Offerta Economicamente Più Vantaggiosa) si terrà conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica dell'appaltatore, contabilizzandole utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'offerta stessa.

La contabilizzazione dei lavori a corpo sarà effettuata applicando all'importo delle opere a corpo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali andrà contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.

##### **Lavori in economia**

Nell'eventualità siano contemplate delle somme a disposizione per lavori in economia tali lavori non daranno luogo ad una valutazione a misura, ma saranno inseriti nella contabilità secondo i prezzi di elenco per l'importo delle somministrazioni al netto del ribasso d'asta, per quanto riguarda i materiali. Per la mano d'opera, trasporti e noli, saranno liquidati secondo le tariffe locali vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori incrementati di spese generali ed utili e con applicazione del ribasso d'asta esclusivamente su questi ultimi due addendi.

##### **Contabilizzazione delle varianti**

Nel caso di variante in corso d'opera gli importi in più ed in meno sono valutati con i prezzi di progetto e soggetti al ribasso d'asta che ha determinato l'aggiudicazione della gara ovvero con i prezzi offerti dall'appaltatore nella lista in sede di gara.

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

#### **Art. 58.2 MOVIMENTO DI MATERIE**

##### **a) Scavi e rilevati per la formazione del corpo stradale**

Il volume degli scavi e dei rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e relative scarpate e cunette secondo l'andamento di progetto o di spostamenti eventuali, per la costruzione di rampe di accesso alla strada, verrà determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, sulla base di quelle indicate nella planimetria

e nel profilo longitudinale, che saranno rilevate in contraddittorio dell'Appaltatore all'atto della consegna, salvo la facoltà all'Appaltatore ed alla Direzione dei Lavori di intercalarne altre o di spostarle a monte o a valle per meglio adattarle alla configurazione dei terreni. In base alle sezioni ed al profilo longitudinale contrattuale verranno determinati dei punti di passaggio fra scavo e rilevato per tenerne il debito conto nella valutazione dei relativi volumi.

Lo scavo del cassonetto nei tratti in trincea, delle cunette e dei fossi di guardia sarà pagato col prezzo dello scavo di sbancamento. L'eventuale scavo del cassonetto nei tratti in rilevato si intenderà compensato col prezzo relativo alla formazione del rilevato stesso.

Si precisa che il prezzo relativo agli scavi di sbancamento comprenderà il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti, ecc., lo scavo, il trasporto dei materiali a rifiuto, a reimpiego o a deposito a qualsiasi distanza, la perfetta profilatura delle scarpate, nonché tutti gli oneri derivanti dagli eventuali puntellamenti ed armature, quelli già ricordati per l'apertura e la manutenzione di strade private, diritti di passo, occupazione di terreni per depositi temporanei e definitivi, per esaurimenti d'acqua di qualsiasi importanza, ecc.

Nel caso di scavi di sbancamento di materie di qualsiasi natura e consistenza (con l'esclusione della sola roccia da mina) si intenderanno compensati nel prezzo relativo i trovanti rocciosi ed i relitti di murature di volume non superiore a 0,50 m<sup>3</sup>; quelli, invece, di cubatura superiore a 0,50 m<sup>3</sup> verranno compensati con i relativi prezzi di elenco ed il loro volume verrà detratto da quello degli scavi di materie.

Gli scavi per la formazione di cunette, fossi, canali, l'approfondimento di fossi esistenti verranno valutati e compensati col prezzo degli scavi di sbancamento.

I materiali provenienti dagli scavi in genere, in quanto idonei, resteranno di proprietà della Stazione Appaltante che ne disporrà come riterrà opportuno. Il loro trasporto nei luoghi di accatastamento o immagazzinamento sarà a carico dell'Appaltatore, intendendosi l'onere compreso e compensato coi relativi prezzi di elenco riguardanti gli scavi.

Il volume dei rilevati costruiti con materiali provenienti da cave di prestito verrà ricavato in base alla differenza tra il volume totale del rilevato ed il volume degli scavi contabilizzati e ritenuti idonei per il reimpiego dalla Direzione dei Lavori.

Nel prezzo dei rilevati eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito private si intenderanno compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato, al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni, le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali, e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per scavi di sbancamento.

Il prezzo relativo alla sistemazione dei rilevati verrà applicato al volume totale dei rilevati costruiti per la formazione della sede stradale e relative pertinenze.

Esso comprenderà anche gli oneri della preparazione del piano di posa del rilevato, come: l'eliminazione di radici, erbe, limi e le argille contenenti materie organiche e microrganismi che sussistano sul piano di posa del rilevato stradale.

Ove sia necessario, a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla stabilizzazione del terreno in quanto appartenente alle categorie A/6-A/7 o quando l'indice di gruppo del terreno non superi 10, mescolando allo strato superficiale del terreno correttivo in rapporto occorrente a realizzare per lo spessore prescritto uno strato sufficientemente compatto ed impermeabile capace di evitare rifluimenti di argilla negli strati superiori o affondamenti di questi.

Tale strato comunque dovrà essere compattato fino ad ottenere una densità del 95% della massima.

Inoltre è compreso l'onere del rivestimento delle scarpate con terra vegetale per uno spessore di almeno 20 cm e la perfetta profilatura delle scarpate. Il prezzo per lo scavo di sbancamento di bonifica verrà corrisposto solo nel caso che a richiesta della Direzione dei Lavori venga spinto a profondità superiore a 20 cm sotto il piano di campagna e solo per i volumi eccedenti tale profondità; e a detto maggiore volume eccedente verrà estesa la contabilizzazione del rilevato.

La compattazione meccanica del rilevato sarà valutata a metro cubo quale compenso in aggiunta a quello della formazione dei rilevati, quando detta compattazione venga esplicitamente ordinata dalla Direzione dei Lavori.

## **b) Scavi di sbancamento e scavi di fondazione all'asciutto o in presenza di acqua per l'impianto di opere d'arte, ecc.**

Le opere da eseguire nelle trincee verranno considerati come scavi per fondazione solamente quando eseguiti al di sotto del piano orizzontale o inclinato, secondo il pendio longitudinale, del fondo della cunetta sistemata. Tutti gli altri scavi eseguiti al di sopra del predetto piano, anche ove servano per fare luogo alle murature, verranno considerati come scavi di sbancamento e saranno pagati a metro cubo coi prezzi relativi di elenco.

Nelle opere esterne alle trincee saranno considerati scavi di fondazione quelli posti al di sotto del piano di sbancamento o quelli al di sotto del piano orizzontale passante dal punto più basso del terreno naturale

interessante la fondazione dell'opera.

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume eguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano orizzontale e soltanto al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi, vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo e qualunque armatura e puntellazione occorrente.

Nel caso in cui venisse ordinato che il fondo dei cavi abbia pareti scampanate, la base di fondazione di cui sopra si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Coi prezzi di elenco per gli scavi di fondazione e di sbancamento l'Appaltatore dovrà ritenersi compensato:

- 1) di tutti gli oneri e spese relativi agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo, paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro o a rifiuto a qualsiasi distanza, sistemazione delle materie di rifiuto e indennità di deposito;
- 2) delle spese occorrenti: per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per le formazioni di gradoni, per il successivo rinterro all'ingiro delle murature, attorno e sopra le condotte d'acqua o altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- 3) dell'eventuale perdita parziale o anche totale dei legnami impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione o per sostenere ed evitare franamenti di pareti di cavi di sbancamento;
- 4) ogni altra spesa infine necessaria per l'esecuzione completa degli scavi di cui trattasi.

Gli scavi e tagli di scarpate da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie e di consolidamento, saranno sempre considerati e contabilizzati come scavi di sbancamento per tutta la parte sovrastante al terreno preesistente alla formazione dei rialzi stessi.

I prezzi di elenco per gli scavi di fondazione sono applicabili unicamente e rispettivamente al volume di scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e quella del piano inferiore che delimitano le varie zone successive, a partire dalla quota di sbancamento fissata in uno dei modi sopra indicati e proseguendo verso il basso.

Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito entro i limiti di ciascuna zona risulterà dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione del volume stesso del prezzo di elenco fissato per lo scavo nella ripetuta zona.

I prezzi relativi agli scavi di fondazione saranno applicabili anche agli scavi di fondazione per pozzi qualunque sia la loro sezione planimetrica.

Con i prezzi d'elenco, si intendono, altresì, compensati gli oneri che si incontrino per scavi che si debbano eseguire in presenza di acqua fino a quando l'altezza dell'acqua stabilizzata nei cavi non superi l'altezza di 20 cm ed essa non dipenda da cause occasionali.

Nei detti prezzi sono, altresì, compresi gli oneri derivanti da infiltrazioni di acqua fino a quando la portata si mantenga pari od inferiore a 5 litri al minuto primo e siano indipendenti da cause accidentali. È compreso l'onere dei rinterri dei cavi intorno alle murature di fondazione e la pilonatura delle materie stesse.

### **c) Scavi subacquei**

Quando nei cavi di fondazione l'acqua che si stabilisce naturalmente superi i 20 cm, per la parte eccedente tale limite verrà corrisposto il compenso per scavo subacqueo.

Qualora la Direzione dei Lavori ritenesse di fare eseguire l'esaurimento dell'acqua o il prosciugamento dei cavi, allo scavo verrà applicato il prezzo normale dei cavi di fondazione.

### **d) Prosciugamenti**

Nel caso che la Stazione Appaltante si avvalga della facoltà di eseguire in economia gli esaurimenti e prosciugamenti dei cavi, pagando a parte questo lavoro (come pure se ciò debba farsi per mancanza di prezzi di scavi subacquei), lo scavo entro i cavi così prosciugati verrà pagato come gli scavi di fondazione all'asciutto o in presenza di acqua, indicati alla lettera b), applicando i prezzi relativi a questi scavi per ciascuna zona, a partire quindi, in questo caso, dal piano di sbancamento.

## **Art. 58.3**

### **TURE PROVVISORIALI - PARATIE SUBALVEE**

Nei prezzi di elenco relativi alle voci suddette e inerenti ad opere di difesa di scavi in presenza d'acqua sono compresi tutti gli oneri per l'acquisto del legname e degli elementi metallici necessari per l'esecuzione

dell'opera, la mano d'opera ed il macchinario necessario per l'infissione dei pali, la posa in opera delle tavole e longarine di collegamento, la posa degli elementi metallici, le chiodature e legature, lo sfrido di materiale vario dovuto a rotture, guasti o a impossibilità di recuperi ed ogni altro lavoro o fornitura, nessuno escluso od eccettuato, per dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

I materiali impiegati resteranno di proprietà dell'Appaltatore che dovrà provvedere a sue spese per la rimozione e il recupero.

La misurazione delle ture e delle paratie verrà effettuata valutando la superficie effettiva delle opere ed applicando il prezzo relativo ad ogni voce. L'altezza sarà quella ottenuta partendo dalla base inferiore degli elementi all'estremo superiore utile della difesa; la lunghezza sarà ottenuta misurando lo sviluppo sulla mezzeria della struttura.

#### **Art. 58.4 PALI DI FONDAZIONE**

**a) Pali in legno** - Per i pali in legno la lunghezza comprenderà anche la parte appuntita, e per diametro si assumerà quello a metà lunghezza del palo.

Quando, stabilita la lunghezza dei pali da adottare, il palo raggiunga la capacità portante prima che la testa sia giunta alla quota stabilita, il palo verrà reciso, a cura e spese dell'Appaltatore; ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originale.

Nel prezzo al metro sono compresi, oltre la fornitura del palo dell'essenza richiesta, la lavorazione della punta, l'eventuale applicazione delle puntazze in ferro (pagandosi a parte la sola fornitura del ferro), l'applicazione e fornitura delle ghiera di testata, la posa in opera a mezzo di appositi e capaci battipali e la mano d'opera occorrente. La lunghezza d'infissione si otterrà dalla differenza fra la lunghezza complessiva del palo prima della messa in opera e la lunghezza della parte emergente dal terreno dopo l'infissione.

**b) Pali in cemento armato** - Per i pali in cemento armato, ferme restando le suddette norme per la loro valutazione e posa in opera, si precisa che il prezzo comprende la fornitura del palo completo di armatura metallica, di puntazze di ferro robustamente ancorate al calcestruzzo, delle cerchiature di ferro, nonché dei prismi di legno a difesa della testata.

**c) Pali trivellati o battuti lavorati in opera** - Per i pali trivellati o battuti e formati in opera il prezzo a metro lineare comprende pure l'onere dell'infissione del tubo forma, la fornitura ed il getto del calcestruzzo ed il suo costipamento con mezzi idonei, il ritiro graduale del tubo forma, la posa in opera dell'armatura metallica. Rimane esclusa la sola fornitura dell'armatura metallica che verrà pagata a parte. L'onere dell'eventuale foratura a vuoto per l'esecuzione dei pali trivellati è compreso e compensato nel prezzo relativo a detti pali.

Per tutti i tipi suindicati di pali nel prezzo di essi è altresì compreso l'onere delle prove di carico; l'appaltatore non potrà, in ogni caso, richiedere maggiorazioni di prezzo per l'infissione di pali con un'inclinazione inferiore ai 15° rispetto all'asse verticale.

#### **Art. 58.5 MURATURE E CONGLOMERATI**

**a) Murature in genere** - Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume o a superficie, secondo la loro categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè intonaci e dedotti i vani, nonché i materiali di differente natura in esse compenetrati e che devono essere pagati con altri prezzi di tariffa.

Nei prezzi di tutte le opere in muratura, tanto in fondazione quanto in elevazione, si intenderà sempre compresa qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione, e qualunque sia la grossezza e la forma delle murature, nonché per le murature in elevazione, il paramento di faccia vista, del tipo indicato nel relativo prezzo di elenco delle murature, sempreché questo non sia previsto con pagamento separato.

Nei prezzi delle murature di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri: tale rinzaffo sarà sempre eseguito e compreso nel prezzo unitario anche a tergo dei muri che debbano essere poi caricati da terrapieni; è pure sempre compresa la formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte nei muri per lo scolo delle acque e delle

immorsature e la costruzione di tutti gli incassi per la posa in opera della pietra da taglio.

Nei prezzi unitari delle murature da eseguire con pietrame di proprietà della Stazione Appaltante, come in generale per tutti i lavori per i quali s'impiegano materiali di proprietà della Stazione Appaltante (non ceduti all'Impresa), si intende compreso ogni trasporto, ripulitura ed adattamento dei materiali stessi per renderli idonei alla messa in opera, nonché la messa in opera degli stessi.

Le murature eseguite con materiali ceduti all'Appaltatore saranno valutate con i suddetti prezzi normali delle murature con pietrame fornite dall'Appaltatore, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni trasporto ed ogni onere di lavorazione, messa in opera ecc., del pietrame ceduto.

Qualunque sia l'incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle vòlte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso.

Le murature rette o curve in pietrame o mattoni saranno quindi pagate a metro cubo coi prezzi di elenco stabiliti per i vari tipi, strutture e provenienza dei materiali impiegati.

Le vòlte rette od oblique e gli archi in conci di pietrame o mattoni saranno pagati anche essi a volume ed a seconda del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, coi prezzi di elenco ed in essi s'intendono comprese tutte le forniture, lavorazioni e magistero per dare la vòlta in opera completa con tutti i giunti delle facce viste frontali e di intradosso profilati e stuccati.

**b) Murature in galleria** - I prezzi fissati in tariffa per le murature in galleria si applicheranno soltanto alle murature delle gallerie comprese fra gli imbocchi naturali. Tutte le altre murature eseguite fuori da detti imbocchi per la costruzione delle gallerie artificiali sono pagate coi prezzi ordinari delle opere all'esterno.

I prezzi assegnati in tariffa per le murature dei vòlti in galleria saranno applicati soltanto alla parte di rivestimento funzionante realmente da volto e che si trovi al di sopra della linea di imposta convenzionalmente fissata nei documenti d'appalto, e ciò anche se, per necessità di costruzione, la muratura di rivestimento da eseguire sulle centinature incominci inferiormente a detta linea d'imposta.

Le murature sottostanti all'imposta convenzionale, qualunque sia la loro incurvatura, e fatta eccezione soltanto dei vòlti delle nicchie e delle camere di rifugio, dovranno essere sempre considerate come murature di piedritti, e come tali pagate con i relativi prezzi di tariffa.

Per tutte le opere e lavori, tanto in muratura che di qualunque altra specie, eseguiti in galleria e per i quali non siano espressamente fissati i prezzi o compensi speciali in tariffa, si applicheranno sempre i prezzi relativi alle opere e lavori analoghi all'esterno, maggiorati del 20%.

Ad esempio: i paramenti speciali a vista delle murature e la lavorazione a corsi, se ordinati ed eseguiti, saranno compensati coi prezzi dei detti lavori all'esterno maggiorati del 20%.

Le murature che occorrono a rivestimento delle finestre o cunicoli di attacco, sempre che questi siano prescritti in progetto o dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera, dovranno essere valutate con i prezzi delle murature in galleria.

Oltre a tutti gli oneri riguardanti la costruzione delle murature all'esterno, e a quelli relativi alle murature in galleria, i prezzi delle murature di rivestimento di gallerie, di pozzi e di finestre comprendono sempre ogni compenso: per la provvista, posizione in opera e rimozione successiva delle necessarie armature, puntellazioni e centinature, sia di quelle occorrenti per la costruzione, sia di quelle che si debbono eseguire in seguito per impedire la deformazione dei rivestimenti compiuti, la perdita parziale o totale del legname; per il trasporto dei materiali con qualunque mezzo dai cantieri esterni al luogo d'impiego in galleria; per esaurimenti di acqua di qualunque importanza, per l'illuminazione e la ventilazione; per l'ordinaria profilatura delle giunzioni alle facce viste, ed infine per qualunque altra spesa occorrente a dare perfettamente compiute le murature in conformità ai tipi di progetto ed alle prescrizioni tutte di contratto.

Le murature in galleria dovranno essere sempre valutate per il volume corrispondente alle sezioni di rivestimento ordinate ed allo spessore prescritto senza tener conto delle maggiori dimensioni che si dovessero eseguire a norma del presente articolo, in dipendenza degli eventuali maggiori scavi effettuati dall'Appaltatore o dei vani che risultassero oltre la sezione di scavo ordinata.

Il prezzo fissato in tariffa per le murature di riempimento sarà corrisposto soltanto nel caso dei maggiori scavi per frane naturali o spontanei rilasci.

Quando per cause indipendenti dall'Appaltatore occorra procedere anche più di una volta a ricostruzioni parziali o totali delle gallerie, le murature per tali costruzioni saranno misurate e pagate nello stesso modo e con gli stessi prezzi stabiliti dalla tariffa per i lavori di prima costruzione.

**c) Murature di pietra da taglio** - La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a metro cubo in base al volume del minimo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e altri pezzi, da pagarsi a superficie, saranno valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile.

Nei relativi prezzi di elenco si intenderanno sempre compresi tutti gli oneri, di cui alla precedente lettera a).

**d) Riempimento di pietrame a secco** - Il riempimento di pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc. sarà valutato a metro cubo per il volume effettivo e con il relativo prezzo di elenco.

**e) Paramenti di faccia-vista** - I prezzi stabiliti in tariffa per lavorazione delle facce-vista che siano da pagare separatamente alle murature, saranno applicabili, qualunque sia la qualità o provenienza del pietrame per il rivestimento, anche se, per ordine della Direzione dei Lavori, tale qualità e provenienza risultassero diverse da quelle del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna.

Tali prezzi comprendono non solo il compenso per la lavatura delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento.

Nella misurazione dei paramenti saranno dedotte le parti occupate da pietra da taglio, da cortine di mattoni e da pietre artificiali.

**f) Calcestruzzi, smalti, cementi armati e cappe** - I calcestruzzi per fondazioni, murature, vòlti, ecc., gli smalti ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo di calcestruzzo o di smalto, escluso l'acciaio da impiegare per i cementi armati che verrà pagato a parte a peso, e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto.

I calcestruzzi, gli smalti ed i cementi armati costruiti di getto fuori d'opera saranno valutati sempre in ragione del loro effettivo volume, senza detrazione del volume dell'acciaio per i cementi armati quando trattasi di travi, solette, pali o altre opere simili, ed in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascuna di esse quando trattasi di pezzi sagomati o comunque ornati per decorazione, pesandosi poi sempre a parte l'acciaio occorrente per le armature interne dei cementi armati.

I lastroni di copertura in cemento armato saranno valutati a superficie comprendendo, per essi, nel relativo prezzo di tariffa anche l'acciaio occorrente per l'armatura e la malta per fissarli in opera, oltre tutti gli oneri di seguito descritti.

Nei prezzi di elenco dei calcestruzzi, smalti, lastroni e cementi armati sono anche compresi e compensati gli stampi di ogni forma, i casseri, casseforme e cassette per il contenimento del calcestruzzo, le armature in legname di ogni sorta grandi e piccole per sostegno degli stampi, i palchi provvisori di servizio e l'innalzamento dei materiali, nonché per le vòlte anche le centine nei limiti di portata che sono indicati nei singoli prezzi di elenco (sempreché non sia convenuto di pagarle separatamente con specifica voce di EP).

Nei chiavicotti tubolari in calcestruzzo cementizio da gettarsi in opera, la parte inferiore al diametro, da gettarsi con modine, ed i pozzi sagomati saranno contabilizzati come calcestruzzo ordinario secondo la dosatura. La parte superiore al diametro sarà calcolata come calcestruzzo per vòlti senza alcun speciale compenso per la barulla da usarsi come centinatura sfilabile.

Le cappe sulle vòlte saranno misurate a volume, comprendendosi in esso anche lo strato superiore di protezione di malta di cemento. Nel computo del volume non verrà tenuto conto dello strato di sabbia soprastante che l'Impresa dovrà eseguire senza speciale compenso, essendo questo già compreso nel prezzo al metro cubo stabilito in elenco per le cappe sulle vòlte.

**g) Centinature delle vòlte** - I prezzi assegnati in elenco per le centinature, qualora siano da pagare separatamente dai vòlti, comprendono anche la spesa della relativa armatura, delle stilate, castelli o mensole di appoggio, nonché quella per la rimozione dei sostegni.

Qualunque sia la forma, l'apparecchio e lo spessore delle vòlte, siano esse costruite in mattoni o in pietra o calcestruzzo, le centinature saranno pagate a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura della superficie totale cui applicare i prezzi, quella corrispondente allo sviluppo della superficie di intradosso delle vòlte da costruire.

**h) Intonaci - Stucchi e rabbocature** - Gli intonaci e gli stucchi di qualunque genere, sia a superficie piana che a superficie curva, saranno valutati a metro quadrato, applicando i prezzi della tariffa alla superficie effettiva dei muri intonacati, senza tener conto delle rientranze e delle sporgenze dal vivo dei muri per le lesene, riquadri, fasce, bugne e simili, purché le rientranze e sporgenze non superino i 10 cm.

## **Art. 58.6 DEMOLIZIONI DI MURATURE**

I prezzi per la demolizione si applicheranno al volume effettivo delle strutture da demolire.

I materiali utilizzabili che, dovessero essere reimpiegati dall'Appaltatore, a semplice richiesta della Direzione dei Lavori, verranno addebitati all'Appaltatore stesso, considerandoli come nuovi, in sostituzione dei materiali

che egli avrebbe dovuto provvedere e allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco.

a) Demolizione di murature:

verrà, in genere, pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m<sup>2</sup>, verranno sottratti. Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m<sup>2</sup>, ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm.

b) Demolizione di pavimenti:

dovrà essere calcolata, indipendentemente dal genere e dal materiale del pavimento per la superficie visibile.

#### **Art. 58.7 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO**

Il peso dell'acciaio in barre ad aderenza migliorata di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per aggiunte non ordinate. Il peso delle armature verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinature) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali UNI.

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

L'acciaio impiegato nelle strutture in cemento armato e cemento armato precompresso verrà computato a peso ed il prezzo sarà comprensivo della sagomatura, della messa in opera, delle giunzioni, delle legature, dei distanziatori e di ogni altra lavorazione richiesta dalle prescrizioni o dalla normativa vigente.

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

#### **Art. 58.8 GABBIONI METALLICI**

I prezzi assegnati in elenco saranno da applicare separatamente per la fornitura e confezione in opera dei gabbioni mediante rete metallica e per il riempimento.

Il riempimento sarà valutato a seconda dell'effettiva lavorazione che verrà ordinata dalla Direzione dei Lavori. Salvo disposizioni contrarie da impartire di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, la parte esterna in vista, nonché quella relativa ai piani di posa e di combaciamento laterale, esclusa quella contro terra, verrà valutata come muratura a secco, calcolando il volume in base ad una rientranza pari a una volta e mezzo la rientranza media della pietra di paramento. Il resto del volume del gabbione sarà valutato come bloccaggio.

#### **Art. 58.9 LAVORI DI METALLO**

Tutti i lavori di metallo saranno in generale valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse ben inteso dal peso le verniciature e coloriture.

Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni, montatura e posizione in opera.

#### **Art. 58.10 CARREGGIATA**

a) **Compattazione meccanica dei rilevati** - La compactazione meccanica dei rilevati sarà valutata a metro cubo, quale compenso in aggiunta a quello per la formazione dei rilevati.

**b) Massicciata** - La ghiaia ed il pietrisco ed in generale tutti i materiali per massicciate stradali si valuteranno a metro cubo, coi relativi prezzi di elenco.

Normalmente la misura dovrà effettuarsi prima della posa in opera; il pietrisco o la ghiaia verranno depositati in cumuli regolari e di volume il più possibile uguale lungo la strada oppure in cataste di forma geometrica; la misurazione a scelta della Direzione dei Lavori verrà fatta con canne metriche, col mezzo di una cassa parallelepipedica senza fondo dalle dimensioni di m. 1,00 x 1,00 x 0,50 o con qualunque altro sistema idoneo.

All'atto della misurazione sarà facoltà della Direzione dei Lavori dividere i cumuli in tante serie, ognuna di un determinato numero, e scegliere in ciascuna serie il cumulo da misurare come campione.

Il volume del cumulo misurato sarà applicato a tutti quelli della corrispondente serie e se l'Appaltatore non avrà ottemperato all'obbligo dell'uguaglianza dei cumuli dovrà sottostare al danno che potesse derivargli da tale applicazione.

Tutte le spese di misurazione, comprese quelle della fornitura e trasporto della cassa e quelle per lo spandimento dei materiali, saranno a carico dell'Appaltatore e compensate coi prezzi di tariffa della ghiaia e del pietrisco.

Quanto sopra vale anche per i rimanenti materiali di massicciata, ghiaia e pietrisco di piccole dimensioni che potessero occorrere per le banchine di marciapiedi, piazzali ed altro, e per il sabbione a consolidamento della massicciata, nonché per le cilindrate, bitumature, quando la fornitura non sia compresa nei prezzi di questi lavori, e per qualsiasi altro scopo.

Potrà anche essere disposta la misura in opera con convenienti norme e prescrizioni.

**c) Impietramento od ossatura** - L'impietramento per sottofondo di massicciata verrà valutato a metro quadrato della relativa superficie e, con i prezzi di elenco stabiliti a seconda delle diverse altezze da dare al sottofondo, l'Appaltatore s'intenderà compensato di tutti gli oneri ed obblighi prescritti. La misura ed il pagamento possono riferirsi al volume misurato in opera od in cataste come per la precedente lettera b).

**d) Cilindratura di massicciata e sottofondi** - Il lavoro di cilindratura di massicciate con compressore a trazione meccanica sarà pagato in ragione di metro cubo di pietrisco cilindrate, qualunque sia la larghezza della striscia da cilindrare.

Coi prezzi di elenco relativi a ciascuno dei tipi di cilindrate indicati nel presente capitolato, s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per il ricovero durante la notte che nei periodi di sosta.

Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorra, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorran, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto potrà essere necessario per dare compiuto il lavoro a perfetta regola d'arte.

La cilindratura di sottofondo, qualora venga ordinata, sarà pagata in ragione di metri cubi di sottofondo in opera, col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli oneri principali ed eventuali di cui sopra.

**e) Fondazioni e pavimentazioni in conglomerato cementizio; fondazioni in terra stabilizzata** -

Anche per queste voci la valutazione è prevista a metro cubo di opera finita. Il prezzo a metro cubo della fondazione e pavimentazione comprende tutti gli oneri per:

- studio granulometrico della miscela;
- la fornitura e stesa di un centimetro di sabbia quale letto di posa del calcestruzzo, e dello strato di cartone catramato isolante;
- la fornitura degli inerti nelle qualità e quantità prescritte dal capitolato speciale d'appalto, nonché la fornitura del legante e dell'acqua;
- il nolo del macchinario occorrente per la confezione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo;
- la vibrazione e stagionatura del calcestruzzo;
- la formazione e sigillatura dei giunti;
- tutta la mano d'opera occorrente per i lavori suindicati ed ogni altra spesa ed onere per il getto della lastra, ivi compreso quello del getto in due strati, se ordinato.

Lo spessore sarà valutato in base a quello prescritto con tolleranza non superiore ai 5 mm purché le differenze si presentino saltuariamente e non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

Per armatura del calcestruzzo verrà fornita e posta in opera una rete d'acciaio a maglie che verrà valutata a parte, secondo il peso unitario prescritto e determinato in precedenza.

Anche per le fondazioni in terra stabilizzata valgono tutte le norme di valutazione sopra descritte. Si precisa

ad ogni modo che il prezzo comprende:

- gli oneri derivanti dalle prove preliminari necessarie per lo studio della miscela, nonché da quelle richieste durante l'esecuzione del lavoro;
- l'eventuale fornitura di terre e sabbie idonee alla formazione della miscela secondo quanto prescritto e richiesto dalla Direzione dei Lavori;
- il macchinario e la mano d'opera necessari e quanto altro occorra come precedentemente prescritto.

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

**f) Trattamenti protettivi delle pavimentazioni - Manti di conglomerato - Pavimentazioni di cemento** - I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie, intendendosi tassativi gli spessori prescritti, e nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per dare il lavoro completo secondo le modalità e norme indicate. Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriva, la valutazione sarà fatta a volume. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto o a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori, si farà luogo alle relative detrazioni analogamente a come sopra previsto. I cordoli laterali (bordi), se ordinati, saranno valutati a parte.

La Direzione Lavori si riserva comunque di rifiutare emulsioni aventi più dell'1% in meno di bitume prescritta. Qualora la partita venisse egualmente accettata, verranno effettuate negli stati di avanzamento detrazioni come segue: per percentuali tra l'1 ed il 3%: il 10% del prezzo di emulsione per ogni kg di emulsione impiegata; per percentuali maggiori del 3 sino al 5%: il 25% del prezzo dell'emulsione per ogni kg di emulsione impiegata.

**g) Acciottolati, selciati, lastricati, pavimentazioni in cemento, di porfido** - Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno anch'essi pagati a metro quadrato con i prezzi di elenco.

Sarà pagata la loro superficie vista, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre e ciottoli, per maggior difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolazione del suolo, per la stuccatura e profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e per qualunque altra opera o spesa per dare i lavori ultimati ed in perfetto stato.

I prezzi di tariffa sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera.

Se l'acciottolato, selciato, lastricato o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di sabbia, malta, macadam cilindrato o calcestruzzo, questo verrà valutato a parte ai prezzi di elenco relativi a questi vari sottofondi e sostegni in muratura di calcestruzzo.

**h) Soprastrutture stabilizzate** - Le soprastrutture in terra stabilizzata, in terra stabilizzata con cemento, in terra stabilizzata con legante bituminoso e in pozzolana stabilizzata con calce idrata verranno valutate a metro quadrato di piano viabile completamente sistemato.

#### **Art. 58.11**

### **SCARIFICA DI PAVIMENTAZIONI**

I disfacimenti delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

#### **Art. 58.12**

### **RIPRISTINI DI PAVIMENTAZIONE**

I ripristini delle pavimentazioni stradali in conglomerato bituminoso saranno valutati a metro quadrato di superficie, assumendo per la misura di tali lavori la larghezza stabilita nelle sezioni tipo di progetto, intendendosi compensati gli eventuali allargamenti non ordinati dal Direttore dei Lavori.

Verranno dedotte le superfici corrispondenti a chiusini, pozzetti, e quant'altro occupi una parte della

superficie pavimentata.

**Art. 58.13**  
**POZZETTI DI RACCORDO-ISPEZIONE E CHIUSINI**

La fornitura e posa in opera di pozzetti di raccordo/ispezione dei cavidotti in più o in meno rispetto alle indicazioni di progetto verrà compensata a numero applicando, in relazione alle dimensioni, il rispettivo prezzo di elenco, mentre per quanto riguarda il chiusino la valutazione verrà fatta a peso applicando il relativo prezzo di elenco per la ghisa o il ferro lavorato zincato.

**Art. 58.14**  
**SEGNALETICA ORIZZONTALE**

Tutte le opere di segnaletica orizzontale saranno valutate a misura e a corpo come previsto nell'elenco prezzi unitari, lista delle categorie o descrizione particolareggiata dell'opera. Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici, a numero o a peso, in relazione a quanto previsto nell'Elenco Prezzi.

Nel caso di valutazione a misura si seguiranno le seguenti modalità:

- le strisce continue longitudinali, trasversali e diagonali (orizzontali), verranno compensate a metro lineare effettivo;
- le strisce discontinue, longitudinali, (orizzontali), verranno compensate a metro lineare di effettiva verniciatura;
- i passaggi pedonali zebraati e strisce di arresto e zebraature verranno compensati a metro quadrato secondo l'effettiva superficie verniciata;
- l'esecuzione di disegni vari, iscrizioni e diciture di qualsiasi genere con l'impiego dei prodotti menzionati, compreso tutti gli oneri di tracciamento, eseguiti a perfetta regola d'arte, saranno misurati secondo l'area del minimo rettangolo o parallelogramma circoscritto a ciascuna lettera;
- per le frecce la relativa area sarà quella della superficie effettivamente marcata.

Le misure saranno prese in contraddittorio mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti delle misure. Eventuali bolle e relativi documenti dovranno essere trasmessi al Direttore dei Lavori o ai suoi assistenti, secondo le norme di contabilità del presente capitolato e comunque ogni qualvolta ne sarà fatta richiesta.

**Art. 58.15**  
**TUBI DI CEMENTO**

I tubi di cemento saranno pagati a metro lineare e nel prezzo di elenco sarà incluso il massetto di fondazione, la fornitura e posa in opera dei tubi, la sigillatura dei giunti, il rinfianco qualora prescritto.

**Art. 58.16**  
**CIGLI E CUNETTE**

I cigli e le cunette in calcestruzzo, ove in elenco non sia stato previsto prezzo a metro lineare, saranno pagati a metro cubo, comprendendo nel prezzo ogni magistero per dare le superfici viste rifinite fresche al frattazzo.

**Art. 58.17**  
**PARACARRI - INDICATORI CHILOMETRICI - TERMINI DI CONFINE**

Nel prezzo unitario dei paracarri, indicatori chilometrici, indicatori segnaletici e termini di confine è compresa ogni operazione e provvista del materiale occorrente per la messa in opera, compresa, l'incisione delle lettere e dei numeri nei termini e nelle pietre chilometriche.

**Art. 58.18**

## **SEMINAGIONI E PIANTAGIONI**

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie per la proiezione orizzontale delle scarpate stesse, mentre le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite.

Nei relativi prezzi, oltre la fornitura dei semi e delle piantine, sono compresi la preparazione del terreno ed ogni onere per la piantagione come prescritto dai rispettivi articoli. Nelle viminate sono pure compresi ogni onere e garanzia per l'attecchimento. La valutazione viene fatta per metro quadrato.

### **Art. 58.19 MANODOPERA**

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi.

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non soddisfino la Direzione dei Lavori.

Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'Appaltatore si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

### **Art. 58.20 NOLEGGI**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo prestabilito.

Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento di detti meccanismi.

Per il noleggio di carri ed autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perdita di tempo.

### **Art. 58.21 LAVORI IN GALLERIA**

Il volume degli scavi per gallerie, cunicoli e pozzi dovrà essere valutato geometricamente in base alle sezioni prescritte per ciascun tratto. Ogni maggiore scavo, salvo l'eccezione sottospecificata, non sarà mai pagato all'Appaltatore, il quale anzi sarà obbligato ad eseguire, a tutte sue spese con muratura in malta, il riempimento dei vani che, a motivo di tale maggiore scavo, rimanessero tra i rivestimenti ed il terreno.

Nessun compenso spetterà all'Appaltatore per tali scavi in eccesso, anche quando essi siano inevitabili, e dipendenti dalla natura del terreno o da necessità di lavoro, come sarebbe il rialzamento da darsi alle centine, il collocamento in opera di armature, la non regolabile azione delle mine, gli scoscendimenti di materia e simili.

Nel caso si verificino frane oppure naturali rilasci di volume mediamente superiori ai cinque metri cubi per ciascun metro lineare del tratto di galleria lungo il quale la frana od il rilascio si è prodotto, si applicherà alla parte eccedente detto volume, ed esclusivamente ad essa, il prezzo speciale stabilito in tariffa.

Il volume di tali frane o rilasci dovrà essere misurato dal volume del vuoto o fornello che abbiano lasciato; e quando le frane non lascino dietro un vuoto ben determinato, se ne potrà valutare il volume desumendolo da quello delle materie asportate ridotto di un quarto, e dal quale si è dedotto il quantitativo di scavo, di galleria o

cunicolo, corrispondente al tratto nel quale si sono verificati gli scoscendimenti.

Non sarà corrisposto alcun compenso quando i rilasci o frane siano riconosciuti imputabili all'Appaltatore o per la poca diligente condotta dei lavori, o per deficienza di armature e puntellamenti, o per inosservanza delle prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori; in tali casi l'Appaltatore stesso, oltre allo sgombrò delle materie franate, dovrà eseguire a sue spese tutte le riparazioni occorrenti.

Qualora in corso di lavoro si ritenga opportuno di variare le dimensioni o la forma delle murature di rivestimento, in modo che ne consegua la necessità di procedere a disarmi parziali o a rilevaggi per ingrandire la sezione dello scavo, questo maggiore scavo, sempre che effettivamente ordinato dalla Direzione dei Lavori, e anche nel caso che per eseguirlo occorra l'uso delle mine, dovrà valutarsi al prezzo fissato in tariffa per gli scavi di gallerie e cunicoli, senza diritto dell'Appaltatore di pretendere speciali compensi.

I prezzi degli scavi di gallerie si riferiscono a materie di qualsiasi natura e consistenza, compresa la roccia di qualunque durezza, quali che siano i mezzi d'opera impiegati per la loro escavazione; nei prezzi stessi è compreso ogni onere per la spaccatura ed asportazione di massi e di ogni materiale che si rinventa negli scavi.

Coi prezzi in genere per gli scavi in galleria si intendono compensate tutte le spese che l'Appaltatore deve sostenere:

1. per tutte le puntellature, sbadacchiature ed armature di qualunque importanza che possano occorrere, anche se direttamente ordinate dalla Direzione dei Lavori, per la perdita parziale o totale del legname impiegato;
2. per tutte le impalcature e ponti provvisori, per il trasporto in rilevato od a rifiuto dei materiali di risulta dagli scavi, per passaggi ed attraversamenti;
3. per prosciugamenti ed esaurimenti d'acqua, di qualunque importanza, e per l'esecuzione degli scavi in presenza di acqua;
4. per la preparazione del suolo ove dovranno depositarsi le materie di risulta dagli scavi, lo spandimento e la regolarizzazione delle materie stesse;
5. per l'illuminazione, ventilazione della galleria e per ogni assistenza agli operai;
6. per ogni altra spesa occorrente per l'esecuzione degli scavi a regola d'arte secondo i progetti e le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

I prezzi della tariffa degli scavi in galleria con perforazione meccanica comprendono e compensano l'Appaltatore anche di tutte le spese occorrenti per i relativi impianti ed il loro esercizio. Tali prezzi sono applicabili solo quando la perforazione meccanica sia tassativamente prescritta o venga ordinata dalla Direzione dei Lavori. Quando la perforazione meccanica venga applicata per sola iniziativa dell'Appaltatore, gli scavi verranno esclusivamente valutati coi prezzi relativi alla perforazione ordinaria.

Quando, per cause indipendenti dall'Appaltatore, occorra eseguire anche più di una volta ricostruzioni parziali o totali delle gallerie, lo scavo e la demolizione delle murature occorrenti per tali ricostruzioni saranno misurati e pagati nello stesso modo e con gli stessi prezzi stabiliti dalla tariffa dei lavori di prima costruzione.

I prezzi per lavori in galleria saranno applicati solamente ai lavori eseguiti in sotterraneo, compresi cioè fra gli imbocchi naturali delle gallerie o fra imbocco naturale e limite estremo dell'avanzata.

I detti prezzi compensano e comprendono quanto occorre per dare i lavori completamente finiti, e quindi anche tutte le spese per armature e puntellamenti di qualsiasi tipo ed entità in relazione alla natura delle materie incontrate, per illuminazione e ventilazione dei cantieri di lavoro.

Sono, inoltre, comprese e compensate tutte le spese per esaurimento di acqua, tutte le soggezioni e difficoltà, opere provvisorie, ed oneri di qualsiasi specie e natura per danni dipendenti dalla presenza di acqua nei cantieri di lavoro in qualunque modo e quantità si manifesti durante l'esecuzione degli scavi e dei rivestimenti, da emanazioni o infiltrazioni di gas mefitici o dal loro scoppio, da difficoltà particolari che possano derivare dall'incontro con terreni eccessivamente spingenti, rigonfiamenti o sabbie incoerenti.

Rimane stabilito che al fine della valutazione degli scavi, come misure verranno considerate quelle di progetto e, quindi, non si terrà conto degli eventuali maggiori volumi di scavo derivanti da irregolare effetto di azione degli esplosivi, da imperizia o negligenza dell'Appaltatore e da necessità dei servizi in galleria.

Rimane poi fissato che, qualora per qualsiasi motivo non potesse essere portato a termine lo scavo su tutta la sezione prestabilita dal progetto e si dovesse procedere alla liquidazione delle opere eseguite nello stato di fatto nel quale si trovano, alle sottoindicate porzioni di sezione di scavo verranno applicate le seguenti percentuali del prezzo di scavo più sopra indicato, riflettenti l'apertura integrale della sezione di progetto:

- a) per lo scavo del cunicolo di avanzata, i prezzi di elenco verranno moltiplicati per il coefficiente \$MANUAL\$
- b) per lo scavo di allargamento di calotta e di piedritti, i prezzi di elenco verranno moltiplicati per il coefficiente \$MANUAL\$
- c) per lo scavo dello strozzo che può anche essere eseguito con mezzi meccanici i prezzi di elenco verranno moltiplicati per il coefficiente \$MANUAL\$

Per il calcolo dei coefficienti più sopra indicati si procederà nel seguente modo:

indicando con A, B e C, rispettivamente, i prezzi unitari relativi allo scavo del cunicolo di avanzata, allo scavo

di allargamento di calotta e piedritti e allo scavo dello strozzo che può essere effettuato anche con mezzi meccanizzati; e con  $v$ ,  $v'$ ,  $v''$  i relativi volumi per metro lineare di galleria, si ha:

$$v + v' + v'' = V \text{ (volume complessivo di scavo per ml di galleria);}$$

$$v \cdot A + v' \cdot B + v'' \cdot C = S \text{ (presunta spesa totale dello scavo per ml di galleria);}$$

$$\frac{S}{V} = D \text{ (prezzo medio che è riportato alle voci \$MANUAL\$).}$$

I coefficienti da applicarsi come indicato alle lettere a), b), c) si ricavano come segue:

$$\begin{array}{l} \text{- per lo scavo del cunicolo di avanzata} \\ \frac{A}{D} = X \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{- per lo scavo di allargamento di calotta e dei piedritti} \\ \frac{B}{D} = Y \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{- per lo scavo dello strozzo} \\ \frac{C}{D} = Z \end{array}$$

Allo scopo di impedire che durante l'esecuzione dei lavori di costruzione dei rivestimenti murari possano verificarsi cedimenti di murature e abbassamenti della calotta, alla Direzione dei Lavori è riservata la facoltà di disporre l'ordine di esecuzione delle opere che l'Appaltatore è tenuto ad adottare, sia per quanto concerne gli scavi, sia per quanto riguarda l'esecuzione delle murature di rivestimento, e suggerire tutti quegli accorgimenti e modalità di esecuzione delle opere stesse al fine di evitare cedimenti ed abbassamenti di calotta. Rimane tassativamente fissato che la responsabilità dell'esecuzione a regola d'arte dei lavori rimane comunque unicamente dell'Appaltatore.

Per tutte le altre categorie di opere non considerate negli articoli riguardanti i «Lavori in galleria», che si dovranno eseguire in sotterraneo e per le quali non siano fissati nell'elenco i corrispondenti prezzi, saranno applicati quelli per il lavoro all'aperto maggiorandoli però del 20%.

#### **Art. 58.22 LAVORI IN ECONOMIA**

La Stazione Appaltante ha il diritto di chiedere all'Appaltatore, che ne ha l'obbligo, di fornire mano d'opera, mezzi d'opera e materiali per lavori e servizi le cui prestazioni saranno contabilizzate in economia.

Per i lavori in economia nel costo orario della mano d'opera si intende compresa ogni incidenza per attrezzi ed utensili di lavoro e quanto altro occorra per il loro impiego.

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere qualificati per i lavori da eseguire e provvisti degli attrezzi ed utensili necessari che dovranno essere sempre in perfetta efficienza e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Nella contabilizzazione non verranno riconosciuti oneri per spese di trasporto e di trasferta.

Per le prestazioni in economia l'Appaltatore ha l'obbligo di consegnare quotidianamente alla Direzione dei Lavori le liste con le ore di impiego relative agli operai, noli e materiali utilizzati. Le prestazioni non preventivamente autorizzate e/o non dichiarate dall'Appaltatore nei modi e nei termini di cui sopra non saranno in alcun modo riconosciute.

Le prestazioni e le forniture in economia saranno disposte dalla Direzione dei Lavori solo per lavori secondari ed accessori e nei casi e nei limiti previsti dal D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i.

L'importo di tali prestazioni e provviste non potrà superare quello debitamente autorizzato nei limiti definiti dall'art. 36 del D.Lgs. 18 aprile 2016 n. 50 e s.m.i.

#### **Art. 58.23 MATERIALI A PIÈ D'OPERA**

Per determinati manufatti il cui valore è superiore alla spesa per la messa in opera, il prezzo a piè d'opera ed il suo accredito in contabilità prima della messa in opera è stabilito in misura non superiore alla metà del prezzo stesso da valutarsi a prezzo di contratto o, in difetto, al prezzo di progetto.

I prezzi per i materiali a piè d'opera si determineranno nei seguenti casi:

- a) alle provviste dei materiali a piè d'opera che l'Appaltatore è tenuto a fare a richiesta della Direzione dei Lavori, comprese le somministrazioni per lavori in economia, alla cui esecuzione provvede direttamente la Stazione Appaltante;
- b) alla valutazione dei materiali accettabili nel caso di esecuzione di ufficio e nel caso di rescissione coattiva oppure di scioglimento di contratto;
- c) alla valutazione del materiale per l'accreditamento del loro importo nei pagamenti in acconto;
- d) alla valutazione delle provviste a piè d'opera che si dovessero rilevare dalla Stazione Appaltante quando per variazioni da essa introdotte non potessero più trovare impiego nei lavori.

In detti prezzi dei materiali è compresa ogni spesa accessoria per dare i materiali a piè d'opera sul luogo di impiego, le spese generali ed il beneficio dell'Appaltatore.

**QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**  
**MODALITA' DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO**  
**ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

**Art. 59.1**  
**QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere d'arte proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati.

L'appalto non prevede categorie di prodotti ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'art. 2, comma 1 lettera d) del D.M. dell'ambiente n. 203/2003.

*(oppure)*

Inoltre in ottemperanza al D.M. 203/2003 si prescrive l'utilizzo di materiali riciclati (come da tabella allegata) nella misura complessiva del \$MANUAL\$ % del fabbisogno dell'opera da realizzare.

MATERIALI	quantità (%)

Quando la Direzione dei Lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

**a) Acqua.** - L'acqua per l'impasto con leganti idraulici dovrà essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva per il conglomerato risultante. Avrà un pH compreso fra 6 ed 8.

**b) Calce.** - Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione di cui alle norme vigenti.

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente e perfetta cottura, di colore uniforme, non bruciata, né vitrea, né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità d'acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassetto tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

La calce viva, al momento dell'estinzione, dovrà essere perfettamente anidra; sarà rifiutata quella ridotta in polvere o sfiorita, e perciò si dovrà provvedere la calce viva a misura del bisogno e conservarla comunque in luoghi asciutti e ben riparati dall'umidità.

L'estinzione della calce viva dovrà farsi con i migliori sistemi conosciuti ed, a seconda delle prescrizioni della Direzione dei Lavori, in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego.

**c) Leganti idraulici.** - Le calce idrauliche, i cementi e gli agglomeranti cementizi a rapida o lenta presa da impiegare per qualsiasi lavoro, dovranno corrispondere a tutte le particolari prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti.

Essi dovranno essere conservati in magazzini coperti su tavolati in legno ben riparati dall'umidità o in sili.

**d) Pozzolana.** - La pozzolana sarà ricavata da strati mondi da cappellaccio ed esente da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la sua provenienza dovrà rispondere a tutti i requisiti prescritti dalle norme vigenti.

Per la misurazione, sia a peso che a volume, dovrà essere perfettamente asciutta.

**e) Ghiaia, pietrisco e sabbia.** - Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerate nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti.

Le ghiaie ed i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivati da rocce resistenti, il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa

resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà essere assolutamente scevra di materie terrose ed organiche e ben lavata. Dovrà essere preferibilmente di qualità silicea proveniente da rocce aventi alta resistenza alla compressione. Dovrà avere forma angolosa ed avere elementi di grossezza variabile da 1 a 5 mm.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Appaltatore dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

Per i lavori di notevole importanza l'Appaltatore dovrà disporre della serie dei vagli normali atti a consentire alla Direzione dei Lavori i normali controlli.

In linea di massima, per quanto riguarda la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie questi dovranno essere da 40 a 71 mm per lavori correnti di fondazioni, elevazione, muri di sostegno da 40 a 60 mm se si tratta di volti o getti di un certo spessore da 25 a 40 mm se si tratta di volti o getti di limitato spessore.

Le ghiaie da impiegarsi per formazione di massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei derivati da rocce durissime di tipo costante e di natura consimile fra loro, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite di incrostazioni.

Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, secondo il tipo di massicciata da eseguire, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo: e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività.

Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita per la formazione di esso l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi, nonché di ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea.

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. Le graniglie saranno quelle indicate nelle norme di buona tecnica per la tipologia edilizia in oggetto.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

1. pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
2. pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per l'esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
3. pietrischetto da 15 a 25 mm per l'esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
4. pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semipenetrazioni e pietrischetti bitumati;
5. graniglia normale da 5 a 20 mm per trattamenti superficiali, tappeti bitumati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
6. graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione dei Lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta, sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

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

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

- f) Terreni per soprastrutture in materiali stabilizzati.** - Essi debbono identificarsi mediante la loro granulometria e i limiti di Atterberg, che determinano la percentuale di acqua in corrispondenza della quale il comportamento della frazione fina del terreno (passante al setaccio 0,42 mm n. 40 A.S.T.M.) passa da una fase solida ad una plastica (limite di plasticità L.P.) e da una fase plastica ad una fase liquida (limite di fluidità L.L.) nonché dall'indice di plasticità (differenze fra il limite di fluidità L.L. e il limite di plasticità L.P.).

Tale indice, da stabilirsi in genere per raffronto con casi similari di strade già costruite con analoghi terreni, ha notevole importanza.

Salvo più specifiche prescrizioni della Direzione dei Lavori si potrà fare riferimento alle seguenti

caratteristiche (Highway Research Board):

1. strati inferiori (fondazione): tipo miscela sabbia-argilla: dovrà interamente passare al setaccio 25 mm ed essere almeno passante per il 65% al setaccio n. 10 A.S.T.M.; il detto passante al n. 10, dovrà essere passante dal 55 al 90% al n. 20 A.S.T.M., dal 35 al 70% passante al n. 40 A.S.T.M. e dal 10 al 25% passante al n. 200 A.S.T.M.;
2. strati inferiori (fondazione): tipo di miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: dovrà essere interamente passante al setaccio da 71 mm ed essere almeno passante per il 50 % al setaccio da 10 mm, dal 25 al 50% al setaccio n. 4, dal 20 al 40% al setaccio n. 10, dal 10 al 25% al setaccio n. 40 e dal 3 al 10% al setaccio n. 200;
3. negli strati di fondazione, di cui ai precedenti paragrafi 1) e 2), l'indice di plasticità non deve essere superiore a 6, il limite di fluidità non deve superare 25 e la frazione passante al setaccio n. 200 A.S.T.M. deve essere preferibilmente la metà di quella passante al setaccio n. 40 e in ogni caso non deve superare i due terzi di essa;
4. strato superiore della sovrastruttura: tipo miscela sabbia-argilla: valgono le stesse condizioni granulometriche di cui al paragrafo 1);
5. strato superiore della sovrastruttura: tipo della miscela ghiaia o pietrisco, sabbia ed argilla: deve essere interamente passante dal setaccio da 25 mm ed almeno il 65% al setaccio da 10 mm, dal 55 all'85% al setaccio n. 4, dal 40 al 70% al setaccio n. 10, dal 25 al 45% al setaccio n. 40 e dal 10 al 25% al setaccio n. 200;
6. negli strati superiori 4) e 5) l'indice di plasticità non deve essere superiore a 9 né inferiore a 4; il limite di fluidità non deve superare 35; la frazione di passante al setaccio n. 200 deve essere inferiore ai due terzi della frazione passante al n. 40.

Inoltre è opportuno controllare le caratteristiche meccaniche delle miscele con la prova C.B.R. (Californian bearing ratio) che esprime la portanza della miscela sotto un pistone cilindrico di due pollici di diametro, con approfondimento di 2,5 ovvero 5 mm in rapporto alla corrispondente portanza di una miscela tipo. In linea di massima il C.B.R. del materiale, costipato alla densità massima e saturato con acqua dopo 4 giorni di immersione e sottoposto ad un sovraccarico di 9 kg, dovrà risultare per gli strati inferiori non inferiore a 30 e per i materiali degli strati superiori non inferiore a 70. Durante l'immersione in acqua non si dovranno avere rigonfiamenti superiori allo 0,5%.

**g) Detrito di cava o tout-venant di cava o di frantoio.** - Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia disposto l'impiego di detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile non plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindratura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non deve superare i 10 cm.

Per gli strati superiori si farà uso di materiali lapidei più duri tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80; la granulometria dovrà essere tale da dare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

**h) Pietrame.** - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

Il profilo dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 1600 kg/cm<sup>2</sup> ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

**i) Tufi.** - Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme, evitando quelle pomiciose e facilmente friabili, nonché i cappellacci e saranno impiegati solo in relazione alla loro resistenza.

**l) Cubetti di pietra.** - I cubetti di pietra da impiegare per la pavimentazione stradale debbono rispondere alle norme di accettazione emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

**m) 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 mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35 °C, per la durata di 3 ore e per altre 3 ore posti in frigorifero alla temperatura di - 10°, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'80% della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 Kg/cm<sup>2</sup>.

Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni vigenti in materia.

**n) Materiali ferrosi.** - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dalle vigenti disposizioni legislative, dal D.M. 17 gennaio 2018, nonché dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1° Ferro. - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte e senza altre soluzioni di continuità.

2° Acciaio dolce laminato. - L'acciaio extradolce laminato (comunemente chiamato ferro omogeneo) dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.

Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulata ed aspetto sericeo.

3° Acciaio fuso in getti. - L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli di ponti e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

4° L'acciaio sagomato ad alta resistenza dovrà essere del tipo qualificato e controllato e con caratteristiche conformi al D.M. 17 gennaio 2018.

Le caratteristiche e le modalità degli acciai in barre saranno quelle indicate nel D.M. 17 gennaio 2018.

5° 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 frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata.

È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

**o) Legname.** - I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere a tutte le prescrizioni della vigente normativa, saranno provveduti tra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. I requisiti e le prove dei legnami saranno quelli contenuti nelle vigenti norme UNI.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto del palo; dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

**p) Geotessili.** - I prodotti da utilizzarsi per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.).

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale. I teli non dovranno essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

Il geotessile dovrà essere conforme alle seguenti norme [UNI EN 13249](#), [UNI EN 13251](#), [UNI EN 13252](#), [UNI EN 13253](#), [UNI EN 13254](#), [UNI EN 13255](#), [UNI EN 13256](#), [UNI EN 13257](#), [UNI EN 13265](#) ove applicabili.

### **Prove dei materiali**

In correlazione a quanto prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Appaltatore sarà tenuto a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendoli di sigilli e firma della Direzione dei lavori e dell'Appaltatore, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

### **Art. 59.2**

#### **OCCUPAZIONE, APERTURA E SFRUTTAMENTO DELLE CAVE**

Fermo restando quanto prescritto nel presente Capitolato circa la provenienza dei materiali, resta stabilito che tutte le pratiche e gli oneri inerenti alla ricerca, occupazione, apertura e gestione delle cave sono a carico esclusivo dell'Appaltatore, rimanendo la Stazione Appaltante sollevata dalle conseguenze di qualsiasi difficoltà che l'Appaltatore potesse incontrare a tale riguardo. Al momento della Consegna dei lavori, l'Appaltatore dovrà indicare le cave di cui intende servirsi e garantire che queste siano adeguate e capaci di fornire in tempo utile e con continuità tutto il materiale necessario ai lavori con le prescritte caratteristiche.

L'Impresa resta responsabile di fornire il quantitativo e di garantire la qualità dei materiali occorrenti al normale avanzamento dei lavori anche se, per far fronte a tale impegno, l'Impresa medesima dovesse abbandonare la cava o località di provenienza, già ritenuta idonea, per attivarne altre ugualmente idonee; tutto ciò senza che l'Impresa possa avanzare pretese di speciali compensi o indennità.

In ogni caso all'Appaltatore non verrà riconosciuto alcun compenso aggiuntivo qualora, per qualunque causa, dovesse variare in aumento la distanza dalle cave individuate ai siti di versamento in cantiere.

Anche tutti gli oneri e prestazioni inerenti al lavoro di cava, come pesatura del materiale, trasporto in cantiere, lavori inerenti alle opere morte, pulizia della cava con trasporto a rifiuto della terra vegetale e del cappellaccio, costruzione di strade di servizio e di baracche per ricovero di operai o del personale di sorveglianza della Stazione Appaltante e quanto altro occorrente sono ad esclusivo carico dell'Impresa.

L'Impresa ha la facoltà di adottare, per la coltivazione delle cave, quei sistemi che ritiene migliori nel proprio interesse, purché si uniformi alle norme vigenti ed alle ulteriori prescrizioni che eventualmente fossero impartite dalle Amministrazioni statali e dalle Autorità militari, con particolare riguardo a quella mineraria di pubblica sicurezza, nonché dalle Amministrazioni regionali, provinciali e comunali.

L'Impresa resta in ogni caso l'unica responsabile di qualunque danno od avaria potesse verificarsi in dipendenza dei lavori di cava od accessori.

### **Art. 59.3**

#### **TRACCIAMENTI**

Prima di porre mano ai lavori di sterro o riporto, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti. A tempo debito dovrà pure stabilire, nei tratti indicati dalla Direzione dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante l'esecuzione dei lavori.

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

### **Art. 59.4**

#### **SCAVI E RILEVATI IN GENERE**

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti che fossero disposte dalla Direzione dei Lavori.

Le terre, macinati e rocce da scavo, per la formazione di aree prative, sottofondi, reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati, conferiti in cantiere, devono rispettare le norme vigenti, i limiti previsti dalla Tabella 1 - Valori di concentrazione limite accettabili nel suolo e nel sottosuolo riferiti alla specifica destinazione d'uso dei siti da bonificare, colonna A (Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale) e colonna B (Siti ad uso Commerciale ed Industriale) dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e il d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

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

In particolare si prescrive:

**a) Scavi.** - Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta con ordine di servizio dalla Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate in caso di inadempienza delle disposizioni all'uopo impartitegli.

L'Appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorre, con canali fuggatori.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, depositandole su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori od alle proprietà pubbliche e private nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

**b) Rilevati.** - Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in generale e salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di cui alla precedente lettera a), se disponibili ed adatte, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati, dopo aver provveduto alla cernita ed alla eliminazione del materiale non ritenuto idoneo. Potranno essere altresì utilizzate nei rilevati, per la loro formazione, anche le materie provenienti da scavi di opere d'arte e sempreché disponibile ed egualmente ritenute idonee e previa cernita e separazione dei materiali utilizzabili di cui sopra. Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti scavandole, o come si suol dire prelevandole, da cave di prestito che forniscano materiali riconosciuti pure idonei dalla Direzione dei Lavori.

Le dette cave di prestito da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acqua ed impaludamenti. A tale scopo l'Appaltatore, quando occorre, dovrà aprire, sempre a sua cura e spese, opportuni fossi di scolo con sufficiente pendenza.

Le cave di prestito dovranno avere una profondità tale da non pregiudicare la stabilità di alcuna parte dell'opera appaltata, né comunque danneggiare opere pubbliche o private.

Il suolo costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati dovrà essere accuratamente preparato, espurgandolo da piante, cespugli, erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea, e trasportando fuori della sede del lavoro le materie di rifiuto.

La base dei suddetti rilevati, se ricadente su terreno pianeggiante, dovrà essere inoltre arata, e se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale superiore al quindici per cento, dovrà essere preparata a gradini alti circa 30 cm, con inclinazione inversa a quella del rilevato esistente o del terreno.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere anch'essa previamente espurgata da erbe, canne, radici e da qualsiasi altra materia eterogenea e dovrà essere disposta in rilevato a cordoli alti da 0,30 m a 0,50 m, bene pigiata ed assodata con particolare diligenza specialmente nelle parti addossate alle murature.

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

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro, il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

Qualora gli scavi ed il trasporto avvengano meccanicamente, si avrà cura che il costipamento sia realizzato costruendo il rilevato in strati di modesta altezza non eccedenti i 30 o i 50 centimetri. Comunque, dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore di acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità ottima sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua, e si eseguiranno i lavori, per quanto possibile, in stagione non piovosa, avendo cura, comunque, di assicurare lo scolo delle acque superficiali e profonde durante la costruzione.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali per gli spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione dei Lavori.

#### 4.4.1 Gestione dei cantieri di piccole dimensioni

I cantieri di piccole dimensioni rappresentano il tipo di opera maggiormente diffusa sul territorio e comportano movimentazioni minime di terreno a seguito delle attività di scavo. Al fine di procedere alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo per la loro qualifica come sottoprodotti e consentirne la gestione dei materiali in sicurezza, i destinatari del presente capitolato seguiranno le indicazioni operative delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

Gli aspetti ivi indicati ed essenziali per la verifica dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo prodotte nei piccoli cantieri che si intendono utilizzare come sottoprodotti, riguardano:

- 1) la numerosità dei punti d'indagine e dei campioni da prelevare
- 2) le modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi

Tali modalità operative sono da intendersi preliminari alle operazioni effettive di scavo; qualora invece, per specifiche esigenze operative risulti impossibile effettuare le indagini preliminarmente allo scavo, sarà possibile procedere in corso d'opera.

##### Numerosità dei campioni

Il numero minimo di punti di prelievo da localizzare nei cantieri di piccole dimensioni è individuato tenendo conto della correlazione di due elementi: l'estensione della superficie di scavo e il volume di terre e rocce oggetto di scavo.

La tabella che segue riporta il numero minimo di campioni da analizzare, incrementabile in relazione all'eventuale presenza di elementi sito specifici quali singolarità geolitologiche o evidenze organolettiche. Nel caso di scavi lineari (per posa condotte e/o sottoservizi, realizzazione scoli irrigui o di bonifica, ecc.), dovrà essere prelevato un campione ogni 500 metri di tracciato, e in ogni caso ad ogni variazione significativa di litologia, fermo restando che deve essere comunque garantito almeno un campione ogni 3.000 mc.

	AREA DI SCAVO	VOLUME DI SCAVO	NUMERO MINIMO DI CAMPIONI
a	=< 1000 mq	=< 3000 mc	<b>1</b>
b	=< 1000 mq	3000 mc - 6000 mc	<b>2</b>
c	1000 mq - 2500 mq	=< 3000 mc	<b>2</b>
d	1000 mq - 2500 mq	3000 mc - 6000 mc	<b>4</b>
e	> 2500 mq	< 6000 mc	<b>DPR 120/17 (All. 2 tab. 2.1)</b>

In merito ad "Interventi di scavo in corsi d'acqua" ed alla "modalità di formazione dei campioni da inviare ad analisi", a seconda della casistica ricorrente, si avrà cura di procedere secondo le indicazioni operative contenute al punto 3.3 delle "Linee Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate dal Sistema nazionale per la protezione dell'ambiente (SNPA).

## **Art. 59.5** **RILEVATI COMPATTATI**

I rilevati compattati saranno costituiti da terreni adatti, esclusi quelli vegetali (vedi norme di cui all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" lettera f), da mettersi in opera a strati non eccedenti i 25-30 cm costipati meccanicamente mediante idonei attrezzi (rulli a punte, od a griglia, nonché quelli pneumatici zavorrati secondo la natura del terreno ed eventualmente lo stadio di compattazione - o con piastre vibranti) regolando il numero dei passaggi e l'aggiunta dell'acqua (innaffiamento) in modo da ottenere ancor qui una densità pari al 90% di quella Proctor. Ogni strato sarà costipato nel modo richiesto prima di procedere a ricoprirlo con altro strato ed avrà superiormente la sagoma della monta richiesta per l'opera finita, così da evitarsi ristagni di acqua e danneggiamenti. Qualora nel materiale che costituisce il rilevato siano incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme dello strato: comunque nello strato superiore sul quale appoggia l'impianto della sovrastruttura tali pietre non dovranno avere dimensioni superiori a 10 cm.

Il terreno di impianto dei rilevati compattati che siano di altezza minore di 0,50 m, qualora sia di natura sciolta o troppo umida, dovrà ancor esso essere compattato, previa scarificazione, al 90% della densità massima, con la relativa umidità ottima. Se detto terreno di impianto del rilevato ha scarsa portanza lo si consoliderà preliminarmente per l'altezza giudicata necessaria, eventualmente sostituendo il terreno in posto con materiali sabbiosi o ghiaiosi.

Particolare cura dovrà aversi nei riempimenti e costipazioni a ridosso dei piedritti, muri d'ala, muri andatori ed opere d'arte in genere.

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

Fa parte della formazione del rilevato oltre la profilatura delle scarpate e delle banchine e dei cigli, e la costruzione degli arginelli se previsti, il ricavare nella piattaforma, all'atto della costruzione e nel corso della sistemazione, il cassonetto di dimensione idonea a ricevere l'ossatura di sottofondo e la massiciata.

Non si potrà sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque ne sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane. Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere spurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradoni, praticandovi inoltre dei solchi per il collegamento delle nuove materie con quelle prima impiegate.

In corso di lavoro l'Appaltatore dovrà curare l'apertura di fossetti di guardia a monte scolanti, anche provvisori, affinché le acque piovane non si addossino alla base del rilevato in costruzione.

Nel caso di rilevati compattati su base stabilizzata, i fossi di guardia scolanti al piede dei rilevati dovranno avere possibilmente il fondo più basso dell'impianto dello strato stabilizzato.

## **Art. 59.6** **RILEVATI E RINTERRI ADDOSSATI ALLE MURATURE** **E RIEMPIMENTI CON PIETREME**

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature dei manufatti o di altre opere qualsiasi, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, silicee o ghiaiose, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed in generale di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti, nel rispetto delle norme vigenti, del D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i. e del d.P.R. n.120/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo", dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione possibile, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese e poi trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi per quella larghezza e secondo le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.

È vietato di addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a tutto carico dell'Appaltatore.

Nella effettuazione dei rinterri l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni ed oneri:

- a) La bonifica del terreno dovrà essere eseguita, oltre quando prevista dal progetto, ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare delle zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle

specifiche di progetto.

b) Se il terreno in sito risultasse altamente compressibile, non compattabile, dotato di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, esso dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi secondo [UNI EN 13285](#), [UNI EN ISO 14688-1](#):

- A1, A2, A3 se proveniente da cave di prestito;
- A1, A2, A3, A4 se proveniente dagli scavi.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della densità secca AASHTO. Per il materiale dei gruppi A2 ed A4 gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 200 kg/cm<sup>2</sup> su ogni strato finito.

c) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto b) debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Appaltatore dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa; per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 secondo [UNI EN 13285](#), [UNI EN ISO 14688-1](#).

d) Al di sotto del piano di posa dei rilevati dovrà essere eseguito un riempimento di spessore non inferiore a 50 cm (materiale compattato) avente funzione di drenaggio. Questo riempimento sarà costituito da ghiaietto o pietrischetto di dimensioni comprese fra 4 e 20 mm con percentuale massima del 5% di passante al crivello 4 UNI.

Il materiale dovrà essere steso in strati non superiori a 50 cm (materiale soffice) e costipato mediante rullatura fino ad ottenere un modulo di deformazione non inferiore a 200 kg/cm<sup>2</sup>.

I riempimenti di pietrame a secco per drenaggi, fognature, vespai, banchettoni di consolidamento e simili dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera a mano e ben costipate, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.

Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni per impiegarle nella copertura dei sottostanti pozzetti e cunicoli, ed usare negli strati inferiori il pietrame di maggiori dimensioni, impiegando, nell'ultimo strato superiore, pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare o scendere, otturando così gli interstizi fra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione delle fognature o drenaggi.

#### **Art. 59.7**

### **SCAVI DI SBANCAMENTO**

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta si intendono quelli praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fagatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, ecc.) eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

#### **Art. 59.8**

### **SCAVI DI FONDAZIONE**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale di cui all'articolo precedente, chiusi fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione.

Le profondità che si trovino indicate nei disegni di consegna sono perciò di semplice avviso e la Stazione Appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a

falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà, occorrendo, sostenerle con conveniente armatura e sbadacchiature, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti dei cavi. Questi potranno però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito, oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera, e l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente dovrà procedere l'Appaltatore senza ulteriore compenso a riempire i vuoti che restassero attorno alle murature stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza dell'esecuzione delle murature con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie d'appoggio la Direzione dei Lavori potrà ordinare per il tratto terminale di fondazione per un'altezza sino ad un metro, che lo scavo sia allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra detto circa l'obbligo dell'Appaltatore, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua e questa si elevi negli scavi, non oltre però il limite massimo di 20 cm (di seguito contemplato), l'Appaltatore dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette assicurazioni, armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e robustezza che per la qualità delle materie da scavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da lasciare quindi in loco in proprietà della Stazione Appaltante, resterà di proprietà dell'Appaltatore, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Appaltatore se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale od anche totalmente negativo.

Gli scavi di fondazione che si devono eseguire a profondità maggiore di 20 cm (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque eventualmente esistenti nel terreno, sono considerati come scavi subacquei per tutto il volume ricadente al disotto del piano di livello situato alle cennate profondità d'acqua di 20 cm. Quindi il volume ricadente nella zona dei 20 centimetri suddetti verrà considerato, e perciò pagato, come gli scavi di fondazione in presenza di acqua, precedentemente indicati, ma non come scavo subacqueo.

Gli scavi subacquei saranno invece pagati col relativo prezzo di elenco, nel quale sono compresi tutti gli occorrenti aggotamenti od esaurimenti di acqua con qualsiasi mezzo siano eseguiti o si ritenga opportuno eseguirli.

In mancanza del prezzo suddetto e qualora si stabilissero acque nei cavi in misura superiore a quella di cui sopra, l'Appaltatore dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua.

L'Appaltatore sarà però tenuto ad evitare l'affluenza entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterà a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

## **Art. 59.9 PRECAUZIONI NELL'USO DELLE MINE**

Per l'impiego di mine che occorressero nell'esecuzione degli scavi, tanto all'aperto che in galleria, saranno a carico dell'Appaltatore:

- il rispetto delle leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità;
- la polvere, le micce, i detonatori e tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, ecc;
- i mezzi, i materiali ed il personale qualificato occorrente per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza;
- il coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.

Oltre a ciò, l'Appaltatore ha l'obbligo di adottare tutte le precauzioni necessarie ad evitare danni a persone e cose. Ove verificatisi, l'appaltatore sarà considerato l'unico responsabile dei danni e delle conseguenze (dirette ed indirette), accollandosene sin d'ora tutti i relativi oneri.

Le mine che occorresse far detonare in prossimità di strade e luoghi abitati devono essere riparate con fascine o legnami in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danni di qualsiasi specie.

Al momento dell'accensione, i passanti debbono essere fermati ad una distanza conveniente, in relazione all'entità della mina, da guardiani muniti di bandiere o segnali rossi e prima dell'accensione deve essere dato ripetuto avviso acustico, attendendo per incominciare l'operazione che si sia accertato che tutte le persone si siano poste al sicuro.

Qualora non si ritenessero sufficienti le condizioni di sicurezza contro i pericoli delle mine per gli abitanti in vicinanza dei lavori, essi saranno fatti sgombrare in tempo utile o difesi con opportune palizzate o steccati di riparo, tutto a spese dell'Appaltatore e sempre sotto la sua responsabilità.

#### **Art. 59.10**

### **ARMATURE E SBADACCHIATURE SPECIALI PER GLI SCAVI DI FONDAZIONI**

Le armature occorrenti per gli scavi di fondazione debbono essere eseguite a regola d'arte ed assicurate in modo da impedire qualsiasi deformazione dello scavo e lo smottamento delle materie. Esse restano a totale carico dell'Appaltatore, essendo compensate col prezzo di elenco per lo scavo finché il volume del legname non supera il ventesimo del volume totale dello scavo nella parte le cui pareti vengono sostenute da armature. Quando il volume dei legnami supera invece tale limite, le armature sono pagate col compenso previsto in elenco e che si applica al volume dei legnami e tavole in opera per la parte eccedente il ventesimo di cui sopra, rimanendo gli eventuali materiali di ricavo dalla demolizione delle armature in proprietà dell'Appaltatore.

#### **Art. 59.11**

### **PARATIE O CASSERI IN LEGNAME PER FONDAZIONI**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere estratto e sostituito a cura ed a spese dell'Appaltatore; esso può essere reinserito regolarmente se ancora utilizzabile a giudizio della Direzione dei Lavori.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere munite di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente quando sia stata riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole anziché infissi nel terreno, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi mediante robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

#### **Art. 59.12**

### **PALIFICAZIONI**

Le palificazioni sono costituite da elementi strutturali di fondazione infissi o costruiti, in grado di trasmettere al sottosuolo le forze ed i carichi applicati dalle sovrastrutture.

Le palificazioni potranno essere composte da:

- pali di legno infissi;
- pali di calcestruzzo armato infissi;
- pali trivellati di calcestruzzo armato costruiti in opera.

I lavori saranno eseguiti in conformità, alla normativa vigente e a quella di seguito elencata:

- Ministero delle infrastrutture - Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni" (G.U. 20 febbraio 2018, n. 42);
- d.P.R. 380/2001 e s.m.i., art. 52;
- CNR «Istruzioni sulla pianificazione della manutenzione stradale»;
- Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione, dicembre 1984.

#### **4.12.1 Palificazione in legno**

I pali in legno per fondazioni, cioè quelli destinati a reggere direttamente una fondazione, saranno esclusivamente di quercia, rovere, larice rosso, di pino rosso, di ontano o di castagno -secondo ciò che sarà ordinato dalla Direzione dei Lavori-, diritti sani e scortecciati e debitamente conguagliati alla superficie. Il diametro dei pali è misurato a metà della loro lunghezza.

I pali debbono essere battuti fino a rifiuto con maglio dal peso idoneo (il peso del maglio deve essere stabilito in relazione alle dimensioni e al peso dei pali ed alla natura del terreno).

Il rifiuto si intende raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata) caduti successivamente dalla medesima altezza, non superi il limite stabilito dalla Direzione dei lavori.

Le ultime riprese debbono essere sempre battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, né l'Appaltatore può in alcun caso recidere un palo senza che ne abbia ottenuta autorizzazione dalla Direzione dei Lavori.

Dalla Direzione dei Lavori è tenuto uno speciale registro da firmarsi giornalmente dall'Appaltatore, nel quale registro sono annotati la profondità raggiunta da ogni palo, giuste le constatazioni che debbono essere fatte in contraddittorio, ed il rifiuto presentato dal palo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere.

I pali debbono essere debitamente foggiate a punta ad un capo e, se si stimerà necessario dalla Direzione dei Lavori, muniti di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, di quel peso e forma che sarà stabilito; all'altro capo, sottoposto ai colpi di maglio, debbono essere opportunamente accomodati e muniti di cerchiatura o ghiera di ferro che impedisca durante la battitura ogni spezzatura o guasto. Ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione, deve, secondo quanto sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori, essere tagliato o svelto e surrogato da altro a spese e cure dell'Impresa.

L'Appaltatore è obbligato a mettere in opera battipali quanti ne permetterà lo spazio disponibile e quanti ne potrà esigere una buona e sollecita esecuzione dei lavori. Quando la testa dei pali debba essere spinta sotto acqua, la Direzione dei Lavori può permettere l'uso di un contropalo di conveniente lunghezza e diametro munito di perno di ferro, per la sua temporanea unione col palo che deve essere infisso.

#### **4.12.2 Palificazione con pali in cemento armato formati fuori opera**

Per la confezione dei pali fuori opera si seguiranno le norme stabilite per i lavori in cemento armato. Si aggiunga soltanto che la preparazione dei pali dovrà farsi di massima in forme verticali battendo il conglomerato a piccoli strati orizzontali e che i pali stessi dovranno essere muniti di puntazze metalliche robustamente ancorate al conglomerato di cemento.

L'infissione di questi pali si farà d'ordinario secondo i sistemi in uso per i pali in legname. Soltanto i magli dovranno essere di peso non inferiore al peso dei pali e speciali cautele saranno adottate per impedire la spezzatura delle teste, collocandovi sopra prismi e segatura di legname entro cerchiature di ferro ed attuando quelle altre disposizioni che all'atto pratico fossero ritenute necessarie, a giudizio della Direzione dei Lavori.

Per ottenere un più facile affondamento, specialmente nei terreni sabbiosi e ghiaiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà farsi col sussidio dell'acqua in pressione, facendo arrivare, mediante un tubo metallico oppure da apposito foro lasciato lungo l'asse di ogni palo, un getto di acqua a pressione sotto la punta del palo.

Gli ultimi colpi di assestamento dovranno però essere dati col solo maglio.

Se durante l'infissione si verificassero in qualche palo lesioni, scheggiature, guasti di qualsiasi genere o deviazione che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, il palo stesso deve essere rimosso e sostituito da altro palo a totali spese dell'Appaltatore.

#### **4.12.3 Palificazione con pali battuti formati in opera**

I pali battuti formati in opera, del tipo Simplex e derivati, Franki, ecc., saranno eseguiti conficcando nel terreno con uno dei sistemi in uso, o speciali brevettati, un tubo forma, del diametro corrispondente a quello del palo che si vuole costruire, sino a raggiungere la profondità necessaria per ottenere il rifiuto corrispondente al carico che il palo deve sostenere, quale risulta dai calcoli.

I tubi metallici saranno provvisti all'estremità inferiore di puntazze di ghisa o di cemento armato o di acciaio atte a garantire la chiusura stagna durante la battitura, e di tipo da abbandonarsi sul terreno.

Raggiunta la profondità necessaria, il tubo forma verrà riempito con conglomerato cementizio composto con inerti del volume di 1,200 m<sup>3</sup> complessivamente avente una granulometria che dovrà essere stabilita a priori mediante apposita prova di laboratorio (in mancanza di tale determinazione la composizione potrà essere fissata in 0,8 m<sup>3</sup> di ghiaia o pietrisco e 0,4 m<sup>3</sup> di sabbia per m<sup>3</sup> di conglomerato) e 3,50 q di cemento che potrà essere del tipo normale o ad alta resistenza, battuto e compresso secondo l'uso, o sistemi brevettati riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori.

A richiesta della Direzione dei Lavori, detti pali potranno essere armati per l'intera lunghezza o per parte di essa, mediante opportuna ingabbiatura metallica da collocarsi nel tubo forma, prima del getto del

conglomerato.

Per la battitura dei tubi forma i magli non dovranno essere inferiori al peso di 2000 kg per tubi del diametro di 0,45 m e 1200 kg per tubi del diametro di 30 cm.

Per tutti i pali formati in opera, e quando non siano completamente armati, il collegamento fra le teste dei pali e le strutture superiori avverrà mediante un'armatura longitudinale costituita da un minimo di 4 tondini la cui area complessiva non dovrà essere inferiore allo 0,6% dell'area del conglomerato, estesa nel palo per una lunghezza non inferiore a quattro volte il diametro interno del tubo forma e nella struttura superiore per una lunghezza non inferiore a 40 volte il diametro del ferro impiegato. Detti ferri dovranno essere muniti, alla sola estremità superiore, di ganci la cui lunghezza non dovrà essere compresa nel calcolo dei 40 diametri prima menzionato. L'armatura longitudinale così descritta potrà essere staffata su disposizione della Direzione dei Lavori da un'armatura trasversale a spirale continua del diametro minimo di 6 mm e con passo massimo corrispondente a 20 volte il diametro dell'armatura longitudinale.

Tanto per i pali trivellati come per quelli formati in opera, la battitura del conglomerato deve essere sorvegliata dalla Direzione dei Lavori, la quale curerà di riportare in apposito registro, in contraddittorio, le massime profondità raggiunte, il quantitativo di conglomerato posto in opera, ecc.

L'Appaltatore non potrà porre in opera le armature in ferro o effettuare il versamento del conglomerato senza aver fatto prima constatare le profondità raggiunte ed i quantitativi di conglomerato e di ferro impiegati. In difetto di ciò saranno a suo carico tutti gli oneri e le spese occorrenti per i controlli ed accertamenti che la Direzione dei Lavori riterrà insindacabilmente indispensabili.

Per la confezione ed il getto del conglomerato cementizio varranno le norme stabilite negli articoli che seguono relativi all'esecuzione delle opere in cemento armato.

Per l'esecuzione del bulbo o espansione di base, dopo raggiunta con l'estremità inferiore del tubo la quota stabilita, senza ritirare o sollevare il tubo forma si verseranno piccole quantità di conglomerato e le si comprimeranno energicamente con maglio del peso non inferiore a quello del maglio impiegato per la battitura del tubo-forma sino ad ottenere, sotto l'azione di una volata di 10 colpi di maglio aventi una caduta libera di 1,50 m, un rifiuto di misura adeguata (il rifiuto dovrà essere indicato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla natura del terreno). Si procederà poi all'esecuzione del fusto sollevando gradatamente il tubo con tutti gli accorgimenti necessari per non abbandonare il calcestruzzo ed evitare l'introduzione dell'acqua.

Al disotto delle strutture di collegamento delle testate dei pali dovrà eseguirsi un getto di calcestruzzo magro (200 kg per m<sup>3</sup>) dello spessore minimo di 1/5 del diametro di tubo forma.

L'interasse dei pali, salvo nei casi particolari da ordinarsi dalla Direzione dei Lavori (ad es. quando la palificazione debba servire anche al compito di paratia) non dovrà essere inferiore a 3 diametri. Per i pali battuti la portanza del palo verrà calcolata con la formula del Brix applicando un adeguato coefficiente di sicurezza da stabilire dalla Direzione dei Lavori dopo rilevate le caratteristiche geognostiche del terreno e basandosi sui risultati di una preventiva prova di carico eseguita su uno o più pali pilota.

In ogni caso, la portata di esercizio non dovrà mai provocare nel calcestruzzo alla testa del palo (la cui superficie sarà considerata corrispondente a quella del tubo forma) una sollecitazione superiore a 40 kg per cm<sup>2</sup>, quando sia usato conglomerato con quintali 3,50 di cemento normale per m<sup>3</sup> di impasto, e 50 kg per cm<sup>2</sup> quando, con lo stesso dosaggio, sia impiegato cemento ad alta resistenza.

Precisate all'atto esecutivo le condizioni geognostiche del terreno nel quale sono da eseguire le palificate, a palificata ultimata dovranno eseguirsi delle prove di carico sui singoli pali. Tali prove ordinate dalla Direzione dei Lavori, saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore su almeno il 2% dei pali interessanti la medesima opera e dovranno dimostrare il buon comportamento del palo sotto un carico massimo pari a due volte la portata prefissata e mantenuto per 24 ore. Il recupero del cedimento durante il carico non dovrà essere inferiore ad 1/3 del cedimento totale misurato.

Nel caso di opere d'arte aventi un numero di pali inferiore a 50, la prova di carico dovrà essere effettuata su di un palo scelto dalla Direzione dei Lavori.

#### **4.12.4 Palificazione eseguita in opera con tubo infisso (pali trivellati)**

Per i pali eseguiti in opera con tubi infissi mediante trivellazione, con procedimento quindi che non modifica le proprietà meccaniche e la consistenza in genere del terreno entro il quale verrà eseguito il getto del conglomerato, si eseguirà la perforazione del terreno facendo scendere via via un tubo metallico (tubo forma) con elemento di estremità con ghiera tagliente, di diametro uguale a quello teorico del palo. Il tubo metallico, ove non sia di un sol pezzo, dovrà essere formato con elementi filettati che assicurino la perfetta direzione del palo e garantiscano la perfetta coassialità. Comunque dovrà essere possibile applicare all'estremità superiore un coperchio con presa per tubazione ad aria compressa ove occorresse adoperarlo o per espellere l'acqua o per provvedere, con tale metodo, all'esecuzione e costipamento della base e primo tronco del fusto sino a che non vi sia più introduzione di acqua. Si dovrà avere la possibilità di proseguire la perforazione mediante appositi scalpelli ove si incontrassero trovanti e vecchie murature.

Quando sia stata raggiunta la profondità voluta, si fermerà l'affondamento del palo e, senza sollevarlo o ritirare il tubo e messa in opera la gabbia metallica se questa sia prevista per tutta la lunghezza, si inizierà la formazione della base gettando con una benna (chiusa all'estremità inferiore da una valvola automatica o con altro sistema idoneo) piccole e successive quantità di calcestruzzo, costipandole o mediante battitura (con maglio di peso variabile da 1200 kg, per tubi del diametro di 45 cm, a 600 kg, per tubi del diametro di 30 cm) o con uno dei pestoni in uso. Prima di procedere al getto sarà resa stagna l'estremità inferiore del tubo provvedendo alla costruzione di un tappo di conglomerato alla base del palo e sarà estratta l'acqua eventualmente penetrata nel tubo. La sbulbatura di base, ottenuta con la pilonatura del calcestruzzo o in qualsiasi altro modo che la natura del terreno e le modalità di esecuzione possono consigliare, sarà la maggiore possibile.

Eseguita la base, si procederà poi all'esecuzione del fusto mediante piccole successive introduzioni di calcestruzzo per tratti di altezza conveniente, in relazione alla natura del terreno, e sollevando gradatamente il tubo-forma metallico, in modo tale che restino nel tubo almeno 50 cm di conglomerato, senza abbandonarlo mai in modo da evitare che nel tubo si introducano acqua o terra: dopo il getto di ciascuno dei tratti si procederà al costipamento del calcestruzzo o con battitura con uno dei sistemi brevettati e riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori in relazione alla lunghezza dei pali.

Nel caso di attraversamento di vene dilavanti si effettuerà l'incamiciatura del tratto di palo con un controtubo di lamierino leggero esterno al tubo forma, che verrà lasciato in posto. Cura particolare dovrà usarsi affinché non si verifichino soluzioni di continuità nel getto di calcestruzzo, in particolare quando il costipamento avviene per pestonatura e cioè specialmente al momento della sfilatura del tubo forma.

In presenza di terre sciolte in acqua potrà procedersi al getto del conglomerato per maggiori altezze, senza pestonamento al fine di evitare sifonamenti nel tubo.

Per pali trivellati la portata limite verrà determinata in sede di progetto in relazione alle caratteristiche geognostiche degli strati attraversati e con l'uso di formule ben conosciute (Dorr, Cagnot, Kerisel o altre) considerando nella sua probabile realtà l'attrito laterale. La portata di esercizio sarà data dalla portata limite divisa per il coefficiente di sicurezza derivante dalla formula usata. L'effettiva portata verrà valutata all'atto esecutivo mediante prove di carico su prototipi.

I pali saranno sottoposti a prove di carico statico o a prove di ribattitura in relazione alle condizioni ed alle caratteristiche del suolo e secondo la normativa stabilita dal D.M. 17 gennaio 2018.

#### **4.12.5) Prove sui pali**

Tutte le prove sui pali sono a carico dell'impresa e dovranno essere eseguite da laboratori o strutture accettate dalla Direzione dei Lavori. Nell'esecuzione delle prove oltre a quanto prescritto nel presente capitolato e negli elaborati progettuali devono essere rispettate le vigenti norme.

##### ***Pali di prova***

Prima dell'inizio della costruzione della palificata devono essere eseguiti pali pilota, nel numero sufficiente; l'ubicazione di tali pali deve essere stabilita dalla Direzione dei Lavori e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

##### ***Prove di collaudo statico***

Per le prove di collaudo, i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori o dal Collaudatore: il loro numero deve essere pari ad almeno l'1% del numero totale dei pali, con un minimo di due.

Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino a 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.

Ove previsto in progetto, l'Impresa è tenuta ad effettuare sui pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'impresa, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'elenco dei prezzi unitari.

#### **Pali trivellati di grande diametro**

Sui pali trivellati si eseguiranno prove tipo Cross Hole. Il metodo di prova si basa sulla registrazione continua di segnali di frequenza ultrasonica dopo l'attraversamento di sezioni di calcestruzzo: esso richiede la

predisposizione del palo su tutta l'altezza, prima del getto, con tre (o più) tubi diametro 1' ed un quarto neri, filettati e manicottati tipo Fretz-Moon e similari.

Tali tubi saranno inseriti nella gabbia d'armatura prima della sua posa in opera, ai vertici di un triangolo equilatero, legati all'interno delle spirali e dovranno restare approssimativamente parallele anche dopo la loro messa in opera ed il getto successivo del palo. Entro tali tubi verranno fatte scorrere, durante l'esecuzione delle prove, apposite sonde da 25 mm di diametro e 30 cm di lunghezza: i tubi dovranno quindi essere liberi da ostacoli e successivamente riempiti con acqua chiara.

Il metodo adottato dovrà consentire di rappresentare il segnale di ricezione in maniera globale per la valutazione dell'omogeneità delle sezioni esaminate.

Sui pali trivellati è prevista inoltre una prova di carico non distruttiva con celle di Osterrberg.

Compreso la predisposizione di idoneo sistema idraulico necessario per la messa in pressione della cella per tutta la lunghezza del palo, l'impiego di trasduttori di tipo LVWDTs nel numero non inferiore a 3 unità posizionati tra la piastra inferiore e la piastra superiore della cella di carico, l'impiego di n. 2 strain gauges e relativi materiali accessori per il collegamento tra la piastra superiore della cella e la testa del palo, i collegamenti necessari, le attrezzature di carico e misura adeguate. Compreso altresì ogni altro materiale di consumo, ogni onere e magistero per lo svolgimento della prova, ogni attrezzatura necessaria, l'assistenza e la supervisione per le varie fasi di svolgimento dell'intervento, l'impiego di personale tecnico specializzato, la redazione dell'apposita relazione descrittiva, nonché il rilascio del report finale sulla prova svolta.

### **Ancoraggi - Micropali**

Nella costruzione di ancoraggi e nell'esecuzione delle prove di carico per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio e delle prove di collaudo – al fine di controllare il comportamento degli ancoraggi eseguiti – devono essere osservate le specifiche norme geotecniche vigenti.

Le prove per la determinazione del carico limite del singolo ancoraggio devono essere spinte a valori del carico tali da portare a rottura il complesso ancoraggio-terreno.

La prova di collaudo consiste in un ciclo semplice di carico e scarico, sottoponendo l'ancoraggio ad una forza pari ad 1,3 volte la prevista forza di esercizio.

La tipologia di prove da eseguire (a rottura o di collaudo) ed eventuali modifiche da apportare ai carichi di prova, dovute a quanto riscontrato durante l'esecuzione dei micropali, saranno definite in cantiere dalla Direzione dei Lavori.

### **Art. 59.13**

### **MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

1°	Malta comune: - Calce comune in pasta - Sabbia	0,45 m <sup>3</sup> 0,90 m <sup>3</sup>
2°	Malta semidraulica di pozzolana: - Calce comune in pasta - Sabbia - Pozzolana	0,45 m <sup>3</sup> 0,45 m <sup>3</sup> 0,45 m <sup>3</sup>
3°	Malta idraulica: - Calce idraulica - Sabbia	\$MANUAL\$ kg 0,90 m <sup>3</sup>
4°	Malta idraulica di pozzolana: - Calce comune in pasta - Pozzolana	0,45 m <sup>3</sup> 0,90 m <sup>3</sup>
5°	Malta cementizia: - Agglomerante cementizio a lenta presa - Sabbia	\$MANUAL\$ kg 1,00 m <sup>3</sup>
6°	Malta cementizia (per intonaci): - Agglomerante cementizio a lenta presa - Sabbia	\$MANUAL\$ kg 1,00 m <sup>3</sup>
7°	Calcestruzzo idraulico (per fondazione): - Malta idraulica - Pietrisco o ghiaia	0,45 m <sup>3</sup> 0,90 m <sup>3</sup>
8°	Smalto idraulico per cappe: - Malta idraulica - Pietrisco	0,45 m <sup>3</sup> 0,90 m <sup>3</sup>

9°	Conglomerato cementizio (per fondazioni non armate): - Cemento normale (a lenta presa) - Sabbia - Pietrisco o ghiaia	200 kg 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
10°	Conglomerato cementizio (per cunette, piazzuole, ecc.): - Agglomerante cementizio a lenta presa - Sabbia - Pietrisco o ghiaia	200÷250 kg 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
11°	Conglomerato per calcestruzzi semplici ed armati: - Cemento - Sabbia - Pietrisco e ghiaia	300 kg 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
12°	Conglomerato cementizio per pietra artificiale (per parapetti o coronamenti di ponti, ponticelli o tombini): - Agglomerante cementizio a lenta presa - Sabbia - Pietrisco o ghiaia - Graniglia marmo nella parte vista battuta a martellina	350 kg 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup> \$MANUAL\$ m <sup>3</sup>
13°	Conglomerato per sottofondo di pavimentazioni in cemento a doppio strato: - Agglomerante cementizio a lenta presa - Sabbia - Pietrisco	200 kg 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>
14°	Conglomerato per lo strato di usura di pavimenti in cemento a due strati, oppure per pavimentazioni ad unico strato: - Cemento ad alta resistenza - Sabbia - Pietrisco	350 kg 0,400 m <sup>3</sup> 0,800 m <sup>3</sup>

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. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori e che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.

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

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 calcestruzzi con malta di calce comune 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 avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici o armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Quando sia previsto l'impiego di acciai speciali sagomati ad alto limite elastico deve essere prescritto lo studio preventivo della composizione del conglomerato con esperienze di laboratorio sulla granulometria degli inerti e sul dosaggio di cemento per unità di volume del getto.

Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario compatibile con una sufficiente lavorabilità del getto e comunque non superiore allo 0,4 in peso del cemento, essendo inclusa in detto rapporto l'acqua unita agli inerti, il cui quantitativo deve essere periodicamente controllato in cantiere.

I getti debbono essere convenientemente vibrati.

Durante i lavori debbono eseguirsi frequenti controlli della granulometria degli inerti, mentre la resistenza del conglomerato deve essere comprovata da frequenti prove a compressione su cubetti prima e durante i getti.

Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto è possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli di malta formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

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

## **Art. 59.14** **BITUMI ED EMULSIONI BITUMINOSE**

Come definito nella norma [UNI EN 12597](#), il bitume è un materiale virtualmente non volatile, adesivo e impermeabile derivato dal petrolio greggio oppure presente nell'asfalto nativo; completamente o quasi completamente solubile in toluene, molto viscoso o quasi solido a temperatura ambiente.

Il bitume, pur rappresentando la componente minoritaria (circa il 5% in peso rispetto agli aggregati), costituisce la componente legante dei conglomerati bituminosi, responsabile di tenere insieme le particelle di aggregato garantendo consistenza e coesione sotto carico.

Il bitume è anche un materiale viscoso, caratteristica che lo rende soggetto ad usura, cioè il suo comportamento risente della frequenza con cui viene caricato.

La classificazione e il controllo quantitativo/qualitativo dei bitumi stradali avviene attraverso una serie di prove che consentono di definire parametri empiricamente connessi alle prestazioni in esercizio della pavimentazione. Tali prove rappresentano il riferimento sulla base del quale si fondano le attuali norme tecniche europee per la classificazione e accettazione dei bitumi stradali. Nel seguito se ne descrivono le principali:

*Penetrazione* ([UNI EN 1426](#)): la prova di penetrazione è impiegata per la classificazione dei bitumi. Con questa prova si determina la consistenza e durezza del materiale a temperatura ambiente (es. 25°C), misurando la penetrazione in dmm di un ago standardizzato sotto un carico di 100 g entro 5 s dall'inizio della penetrazione. Quanto più il bitume è molle, tanto maggiore è la penetrazione. La classificazione del bitume viene espressa in base al grado di durezza come intervallo di valori (es. un bitume classificato 50/70 ha una penetrazione compresa tra 50 e 70 dmm).

*Punto di rammollimento* (prova palla-anello – [UNI EN 1427](#)): il bitume caldo viene versato in uno speciale anello di ottone e caricato al centro con una sfera di acciaio di dimensioni e peso standardizzati. Il provino così predisposto viene inserito in un bagno soggetto a riscaldamento. La temperatura del bagno viene incrementata con un gradiente costante fintanto che il bitume, che sotto il peso della sfera tende a deformarsi, non tocca la base del sistema di prova posta a 2,54 cm sotto il piano di partenza. La temperatura del bagno a cui si verifica questa condizione corrisponde al punto di rammollimento (temperatura alla quale il bitume passa dallo stato semisolido allo stato semi-liquido). Tale valore restituisce un'idea del comportamento del materiale alle alte temperature di esercizio.

*Punto di rottura* (prova Fraass – [UNI EN 12593](#)): la prova consente di determinare il punto di rottura Fraass (in °C), che traduce la fragilità dei leganti bituminosi alle basse temperature. Operativamente la prova prevede di misurare la temperatura alla quale un film di bitume (spessore pari a 0,5 mm) applicato su una piastrina rettangolare metallica (41 × 20 × 0,15 mm) presenta sulla sua superficie le prime screpolature per effetto di flessioni cicliche applicate con frequenza ed ampiezza costanti (1 giro/sec) man, mano che la temperatura decresce con gradiente costante (-1°C/min) partendo da una temperatura iniziale di 15°C superiore rispetto al valore Fraass atteso. Si ricava così una valutazione del comportamento del materiale alle basse temperature di esercizio.

*Viscosità dinamica* (prova a cilindri coassiali – [UNI EN 13702](#)): la prova consente di determinare la viscosità di un bitume ad una specifica temperatura attraverso un roto-viscosimetro a cilindri coassiali. Il bitume viene riscaldato e colato (10,5 g) in un cilindro posto all'interno di un forno elettrico che condiziona il provino alla temperatura di prova desiderata (compresa tra 100°C e 165°C). Una girante con punta conica viene quindi immersa nel provino e fatta girare a velocità costante (20 giri/min). Si misura la resistenza che il provino oppone a tale rotazione, direttamente correlabile alla viscosità (misurata in Pa·s). L'andamento della viscosità con la temperatura fornisce un riferimento per valutare la lavorabilità della miscela alle temperature di miscelazione e compattazione. Inoltre, permette di valutare in maniera molto efficace l'eventuale presenza di polimero nei bitumi modificati.

*Elasticità* (prova di ritorno elastico – [UNI EN 12593](#)): la prova consente di determinare le proprietà di elasticità di un bitume ad una specifica temperatura. Un campione di bitume di forma e dimensioni standardizzate è sottoposto, in un bagno termostatico alla temperatura di 25°C, ad una elongazione di 50 mm/min fino ad una elongazione massima di 200 mm, dopodiché si taglia il campione in due ottenendo due lembi. Il ritorno elastico è valutato misurando dopo 30 minuti dal taglio del campione la distanza d (espressa in mm) tra le estremità dei due lembi del provino. Come la prova di viscosità, tale metodologia permette di verificare in maniera efficace la presenza di polimero nei bitumi modificati che presentano un valore di ritorno elastico nettamente superiore a quello manifestato da un bitume tradizionale.

*Resistenza all'indurimento per effetto del calore e dell'aria* – Metodo RTFOT ([UNI EN 12607-1](#)): effettuata per simulare l'invecchiamento di un bitume nella fase di miscelazione e posa in opera del conglomerato. Il bitume, versato all'interno di contenitori di vetro alloggiati su un supporto rotante, viene scaldato a 163°C e trattato con un getto d'aria costante di 4000 ml/minuto per 85 minuti. Dopo il trattamento di invecchiamento si esegue sul bitume recuperato la prova di penetrazione e quella per il punto di rammollimento al fine di verificare

il valore di penetrazione residua e l'incremento del punto di rammollimento rispetto al materiale non invecchiato.

**Stabilità allo stoccaggio (UNI EN 13399):** misura della capacità del sistema bitume-polimero di mantenere caratteristiche omogenee senza dar luogo a fenomeni di separazione tra le fasi.

Il bitume contenuto in un cilindro viene tenuto per 72 ore in posizione verticale a una temperatura costante di 180°C. Al termine della prova si valuta la differenza del valore di penetrazione e punto di rammollimento tra la parte superiore e inferiore del campione.

Nelle forniture del passato, i conglomerati bituminosi per uso stradale hanno impiegato bitume "tal quale" del tipo 50/70 o 70/100. Per contrastare fenomeni di sgranamento e fessurazione e, in generale, migliorare le prestazioni del conglomerato bituminoso in esercizio è stato possibile ricorrere all'impiego di bitume modificato con l'aggiunta di polimeri. Tali varietà di conglomerati sono definiti "soft" e "hard", a seconda che le caratteristiche meccaniche e reologiche del bitume varino entro un intervallo ristretto o elevato per effetto del tenore di polimero presente.

È sempre raccomandato l'impiego di bitume modificato in tutti gli interventi di nuove opere e risanamento.

L'impiego di bitumi tal quali dovrà essere limitato ai soli casi di risanamento superficiale di strade a basso traffico, dove si interviene per ripristinare la pavimentazione esistente già realizzata con la stessa tipologia.

### Emulsioni bituminose

Le emulsioni bituminose sono un sistema eterogeneo termodinamicamente instabile che include almeno due fasi, acqua e bitume mescolati con agenti tensioattivi o emulsionanti necessari per disperdere la componente legante e aumentare la stabilità del sistema.

I bitumi utilizzati per la fabbricazione delle emulsioni bituminose destinate a lavorazioni stradali possono essere modificati o non, eventualmente fluidificati o flussati, secondo le prescrizioni della norma [UNI/TR 11362](#).

Il contenuto di bitume residuo, uno dei parametri fondamentali per la descrizione e classificazione delle emulsioni, può variare dal 50 al 70% (rapporto volumetrico percentuale del bitume disperso sul volume totale).

Le emulsioni possono essere classificate anche in base a due ulteriori parametri: il carattere ionico e la velocità di rottura. (vedi [UNI EN 13808](#))

La classificazione secondo il carattere ionico distingue le emulsioni in anioniche (basiche, con carica negativa – non più ammesse dalle normative vigenti) e cationiche (acide, con carica positiva). Considerando invece la velocità di rottura (momento in cui l'acqua si separa dal bitume e comincia il fenomeno della "presa") si può far riferimento a: emulsioni rapide, medie, lente, super rapide e sovrastabilizzate.

Nel settore delle costruzioni stradali l'utilizzo delle emulsioni bituminose copre un largo spettro di impiego: da legante bidimensionale capace di rendere solidali e impermeabili gli strati di una pavimentazione (es. mani d'attacco e di ancoraggio), a legante tridimensionale da impiegarsi nei conglomerati per rendere coeso e stabile lo scheletro litico degli aggregati lapidei (lavorazioni a freddo: riciclaggio, trattamenti superficiali, slurry seal, depolverizzazione e impregnazioni) e in condizioni ambientali limite (es. freddo e umidità) sostituendo il bitume caldo.

### Requisiti per l'accettazione dei bitumi e delle emulsioni bituminose

Bitumi tal quali		Bitume 50/70	Bitume 70/100
Caratteristiche	U.M.		Valore
penetrazione a 25 °C	dmm	50-70	70-100
punto di rammollimento	°C	45-60	40-60
punto di rottura Fraass	°C	<= -6	<= -8
ritorno elastico	%	-	-
stabilità allo stoccaggio	°C	-	-
viscosità dinamica (160 °C)	Pa*s	0,03 - 0,10	0,02 - 0,10

Bitumi modificati con aggiunta di polimeri				
Caratteristiche	U.M.	Base modifica BM	Soft	Hard

penetrazione a 25 °C	dmm	80-100	50-70	50-70
punto di rammollimento	°C	40-60	60-80	70-90
punto di rottura Fraass	°C	<= -8	<= -10	<= -12
ritorno elastico a 25 °C	%	-	>= 70	>= 80
stabilità allo stoccaggio	°C	-	<= 3	<= 3
viscosità dinamica (160 °C)	Pa*s	0,01 - 0,10	0,10 - 0,35	0,15 - 0,45

#### EMULSIONI CATIONICHE NON MODIFICATE

Caratteristiche	U.M.	a rapida rottura	a media velocità
Contenuto d'acqua	% in peso	<= 40	<= 45
Contenuto di bitume	% in peso	> = 60	> = 55
Grado di acidità (pH)		2 - 5	2 - 5
<i>Caratteristiche del bitume estratto</i>			
Penetrazione a 25 °C	dmm	50-120	100-150
Punto di rammollimento	°C	>= 40	>= 40
Punto di rottura Fraass	°C	<= -8	<= -8

#### EMULSIONI CATIONICHE MODIFICATE

Caratteristiche	U.M.	Valori
Contenuto d'acqua	% in peso	<=40
Contenuto di bitume	% in peso	>=60
Grado di acidità (pH)		2 - 4
Polarità delle particelle		positiva (cationiche) o negativa (anioniche)
Sedimentazione a 7 gg	%	< 10
<i>Caratteristiche del bitume estratto</i>		
Penetrazione a 25 °C	dmm	50-120
Punto di rammollimento	°C	>= 40
Punto di rottura Fraass	°C	<= -8
Ritorno elastico a 25 °C	%	>= 55

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

#### Art. 59.15 MURATURA DI PIETRE A SECCO

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che si sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in

opera in modo che si colleghino perfettamente fra loro, scegliendo per i parametri quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20 cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, per supplire così con l'accuratezza della costruzione alla mancanza di malta.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessure verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi tra pietra e pietra.

La muratura di pietrame a secco, per i muri di sostegno di controripa o comunque isolati, sarà poi sempre coronata da uno strato di muratura con malta di altezza non minore di 30 cm.

Negli angoli con funzione di cantonali si useranno le pietre maggiori e meglio rispondenti allo scopo. Le rientranze delle pietre dovranno essere di norma circa una volta e mezzo l'altezza e mai comunque inferiori all'altezza.

A richiesta della Direzione dei Lavori si dovranno eseguire anche opportune feritoie regolari e regolarmente disposte anche in più ordini per lo scolo delle acque.

I riempimenti di pietrame a secco per fognature, bacchettoni di consolidamento e simili dovranno essere formati con pietre da collocarsi in opera sul terreno costipato sistemandole a mano una ad una.

#### **Art. 59.16**

### **MURATURA DI PIETRAMI CON MALTA**

La muratura ordinaria di pietrame con malta dovrà essere eseguita con scapoli di cava delle maggiori dimensioni possibili e ad ogni modo non inferiori a 25 cm in senso orizzontale, a 20 cm in senso verticale e a 25 cm in profondità. Nelle fondazioni e negli angoli saranno messi quelli più grossi e più regolari. La Direzione dei Lavori potrà permettere l'impiego di grossi ciottoli di torrente, purché convenientemente spaccati in modo da evitare superfici tondeggianti.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente ripulite, e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate. Nella costruzione la muratura deve essere eseguita a corsi piani estesi a tutta la grossezza del muro saldando le pietre col martello, rinzeppandole diligentemente con scaglie e con abbondante malta sicché ogni pietra resti avvolta dalla malta e non rimanga alcun vano od interstizio.

Tanto nel caso in cui le facce-vista della muratura non debbano avere alcuna speciale lavorazione, quanto nel caso delle facce contro terra, verranno impiegate, per le medesime, pietre delle maggiori dimensioni possibili con le facce esterne piane e regolari, disponendole di punta per il miglior collegamento la parte interna del muro.

I muri si eleveranno a strati orizzontali (da 20 a 30 cm di altezza), disponendo le pietre in modo da evitare la corrispondenza delle connessure verticali fra due corsi orizzontali consecutivi.

Il nucleo della muratura di pietrame deve essere sempre costruito contemporaneamente agli speciali rivestimenti esterni che fossero ordinati.

Le cinture ed i corsi di spianamento, da intercalarsi a conveniente altezza nella muratura ordinaria di pietrame, devono essere costruiti con scelti scapoli di cava lavorati alla grossa punta riquadrati e spianati non solo nelle facce-vista ma altresì nelle facce di posa e di combaciamento ovvero essere formati con mattoni o con strati di calcestruzzo di cemento.

#### **Art. 59.17**

### **PARAMENTI PER LE MURATURE DI PIETRAMI**

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

- a) *con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);*
- b) *a mosaico greggio;*
- c) *con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;*
- d) *con pietra squadrata a corsi regolari.*

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia-vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 10 cm.

La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 25 cm e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a mosaico greggio, la faccia a vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la

grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed 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 parametro a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, 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 che 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 mm.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati 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 maggiore di 5 cm. La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra di 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 delle facce di posa e non potrà essere mai minore di 15 cm nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 30 cm; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm 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 qualunque 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 lisciandola 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, ove la Stazione Appaltante non abbia provveduto direttamente prima della gara di appalto, l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione della Direzione dei Lavori, alla quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano all'esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

#### **Art. 59.18**

### **MURATURA IN PIETRA DI TUFO**

Per le murature da eseguire con pietra di tufo entro terra, le pietre che dovranno mettersi in opera aderenti alle facce verticali dei corsi dovranno essere lavorate a faccia piana, come pure dovranno essere spianate quelle che dovranno appoggiare sul fondo dei cavi. La muratura dovrà elevarsi a corsi orizzontali non inferiori a 20 cm, avendo cura che le pietre nel grosso del muro siano sempre piazzate con la faccia maggiore orizzontale e collocate in opera con interstizi tali da potervi compenetrare la malta. Gli interstizi che non si potessero colmare con la sola malta verranno colmati anche con piccoli frammenti di pietra. Superiormente a ciascun filare verrà poi steso uno strato di malta.

Per le murature da eseguirsi fuori terra, dette a paramento visto, le pietre saranno di altezza non minore di 18 cm e di lunghezza non maggiore del doppio, lavorate con la mannaia su cinque facce.

Le medesime si disporranno in modo che una venga posta per il taglio lungo e l'altra di seguito per il lato corto, in guisa che ne risulti un muramento dentato.

Negli strati superiori le pietre si piazzeranno in modo che le connessure non corrispondano mai al piombo, ma quasi sulla metà della pietra inferiore.

Per la parte interna del muro si seguiranno le norme già indicate per la muratura entro terra.

Il fronte dei muri dovrà in ogni caso essere spianato a traguardo.

#### **Art. 59.19**

### **MURATURE IN PIETRE TENERE**

Le murature in pietre tenere, quando ammesse dal contratto, debbono eseguirsi regolarmente in conci o strati orizzontali. I conci debbono essere lavorati e riquadrati diligentemente nelle facce che rimangono scoperte.

Impiegandosi pietre tagliabili con l'ascia, i conci debbono essere squadrate su tutte le facce e disposti ed uniti fra loro in modo che costituiscano tutta la grossezza del muro. I riempimenti nell'interno sono vietati nel modo più assoluto.

In tutti i casi, i filari debbono avere una perfetta ricorrenza ed i giunti verticali alternati da un corso all'altro; all'atto dell'esecuzione i conci debbono essere convenientemente innaffiati.

#### **Art. 59.20** **MURATURE DI MATTONI**

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rifluisca all'ingiro e riempi tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm (a seconda della natura delle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm, e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e 10 mm all'estradosso.

#### **Art. 59.21** **MURATURE MISTE**

La muratura mista di pietrame e mattoni dovrà progredire a strati orizzontali intercalando filari di mattoni e muratura di pietrame.

I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali.

Qualora invece di mattoni si dovessero usare fasciature orizzontali con conglomerati cementizi, questi avranno l'altezza stabilita in progetto così come la muratura di pietrame.

Ad ogni modo, dette fasciature dovranno estendersi, come nel caso dei filari di mattoni, a tutta la grossezza del muro.

#### **Art. 59.22** **PIETRA DA TAGLIO**

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto ed essere lavorata, a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a) *a grana grossa;*
- b) *a grana ordinaria;*
- c) *a grana mezzo fina;*
- d) *a grana fina.*

Per pietra da taglio a grana grossa s'intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare

uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà infine lavorata a grana mezzo fina e a grana fina, secondo che le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connesure fra concio e concio non eccedano la larghezza di 5 millimetri per la pietra a grana ordinaria e di 3 millimetri per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora la Stazione Appaltante non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore o alle istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre ogni concio dovrà essere lavorato in modo da potersi collocare in opera, secondo gli originari letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a mazzuolo sino a prendere la posizione voluta.

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta idraulica o di cemento, secondo le prescrizioni del presente Capitolato Speciale d'Appalto e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe o arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connesure delle facce a vista dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e liscio mediante apposito ferro.

### **Art. 59.23 MURATURE DI GETTO O CALCESTRUZZI**

Il calcestruzzo da impiegarsi nelle fondazioni delle opere d'arte o in elevazione, o per qualsiasi altro lavoro, sarà composto nelle proporzioni indicate nel presente capitolato e che potranno essere meglio precisate dalla Direzione dei Lavori.

Il calcestruzzo sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali dell'altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto incassati o a pozzo, dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo in caso di cavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura, per ogni strato di 30 cm di altezza dovrà essere ripreso dal fondo del cavo rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia gettato sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge casse apribili, o quegli altri mezzi di immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi e perda, sia pur minimamente, della sua energia.

Finito il getto e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori riterrà necessario per reggere la pressione che il calcestruzzo dovrà sopportare.

Quando il calcestruzzo sarà impiegato in rivestimento di scarpate, si dovrà aver cura di coprirlo con uno strato di sabbia di almeno 10 cm e di bagnarlo con frequenza ed abbondanza per impedire il troppo rapido prosciugamento.

È vietato assolutamente l'impiego di calcestruzzi che non si potessero mettere in opera immediatamente dopo la loro preparazione; quelli che per qualsiasi motivo non avessero impiego immediato dopo la loro preparazione debbono senz'altro essere gettati a rifiuto.

### **Art. 59.24 OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO E**

## CEMENTO ARMATO PRECOMPRESSO

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme vigenti per l'accettazione dei cementi e per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio e a struttura metallica (D.M. 17 gennaio 2018 e D.P.R. 380/2001 e s.m.i.).

Nella formazione dei conglomerati di cemento si deve avere la massima cura affinché i componenti riescano intimamente mescolati, bene incorporati e ben distribuiti nella massa.

Gli impasti debbono essere preparati soltanto nella quantità necessaria per l'impiego immediato e cioè debbono essere preparati di volta in volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro.

Per ogni impasto si devono misurare le quantità dei vari componenti, in modo da assicurare che le proporzioni siano nella misura prescritta, mescolando da prima a secco il cemento con la sabbia, poi questa con la ghiaia o il pietrisco ed in seguito aggiungere l'acqua con ripetute aspersioni, continuando così a rimescolare l'impasto finché assuma l'aspetto di terra appena umida.

Costruito ove occorra il cassero per il getto, si comincia il versamento dello smalto cementizio che deve essere battuto fortemente a strati di piccola altezza finché l'acqua affiori in superficie. Il getto sarà eseguito a strati di spessore non superiore a 15 cm.

Contro le pareti dei casseri, per la superficie in vista, si deve disporre della malta in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi.

I casseri occorrenti per le opere di getto debbono essere sufficientemente robusti da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la pigiatura.

Quando sia ritenuto necessario, i conglomerati potranno essere vibrati con adatti mezzi. I conglomerati con cemento ad alta resistenza è opportuno che vengano vibrati.

La vibrazione deve essere fatta per strati di conglomerato dello spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori e comunque non superiore a 15 cm ed ogni strato non dovrà essere vibrato oltre un'ora dopo il sottostante.

I mezzi da usarsi per la vibrazione potranno essere interni (vibratori a lamiera o ad ago) ovvero esterni da applicarsi alla superficie esterna del getto o alle casseforme.

I vibratori interni sono in genere più efficaci, si deve però evitare che essi provochino spostamenti nelle armature.

La vibrazione superficiale viene di regola applicata alle solette di piccolo e medio spessore (massimo 20 cm).

Quando sia necessario vibrare la cassaforma è consigliabile fissare rigidamente il vibratore alla cassaforma stessa che deve essere opportunamente rinforzata. Sono da consigliarsi vibratori a frequenza elevata (da 4.000 a 12.000 cicli al minuto ed anche più).

I vibratori interni vengono immersi nel getto e ritirati lentamente in modo da evitare la formazione dei vuoti; nei due percorsi si potrà avere una velocità media di 8-10 cm/sec; lo spessore del singolo strato dipende dalla potenza del vibratore e dalla dimensione dell'utensile.

Il raggio di azione viene rilevato sperimentalmente caso per caso e quindi i punti di attacco vengono distanziati in modo che l'intera massa risulti lavorata in maniera omogenea (distanza media 50 cm).

Si dovrà mettere particolare cura per evitare la segregazione del conglomerato; per questo esso dovrà essere asciutto con la consistenza di terra umida debolmente plastica.

La granulometria dovrà essere studiata anche in relazione alla vibrazione: con malta in eccesso si ha sedimentazione degli inerti in strati di diversa pezzatura, con malta in difetto si ha precipitazione della malta e vuoti negli strati superiori.

La vibrazione non deve prolungarsi troppo, di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua.

Man mano che una parte del lavoro è finita, la superficie deve essere periodicamente innaffiata affinché la presa avvenga in modo uniforme, e, quando occorra, anche coperta con sabbia o tela mantenuta umida per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura.

Le riprese debbono essere, per quanto possibile, evitate.

Quando siano veramente inevitabili, si deve umettare bene la superficie del conglomerato eseguito precedentemente se questo è ancora fresco; dove la presa sia iniziata o fatta si deve raschiare la superficie stessa e prima di versare il nuovo conglomerato, applicare un sottile strato di malta di cemento e sabbia nelle proporzioni che, a seconda della natura dell'opera, saranno di volta in volta giudicate necessarie dalla Direzione dei Lavori, in modo da assicurare un buon collegamento dell'impasto nuovo col vecchio. Si deve fare anche la lavatura se la ripresa non è di fresca data.

In tutti i casi il conglomerato deve essere posto in opera per strati disposti normalmente agli sforzi dai quali la massa muraria di calcestruzzo è sollecitata.

Quando l'opera venga costruita per tratti o segmenti successivi, ciascuno di essi deve inoltre essere formato e disposto in guisa che le superfici di contatto siano normali alla direzione degli sforzi a cui la massa muraria, costituita dai tratti o segmenti stessi, è assoggettata.

Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato abbia raggiunto un grado di maturazione sufficiente a garantire che la solidità dell'opera non abbia per tale operazione a soffrirne neanche minimamente.

Per lavori da eseguirsi con smalto cementizio in presenza di acqua marina, si debbono usare tutte le cure speciali atte particolarmente ad impedire la penetrazione di acqua di mare nella massa cementizia.

Per il cemento armato da eseguirsi per opere lambite dalle acque marine ovvero da eseguirsi sul litorale marino ovvero a breve distanza dal mare, l'armatura metallica dovrà essere posta in opera in modo da essere protetta da almeno uno spessore di 4 centimetri di calcestruzzo, e le superfici esterne delle strutture in cemento armato dovranno essere boiaccate.

Per il cemento armato precompresso si studieranno la scelta dei componenti e le migliori proporzioni dell'impasto con accurati studi preventivi di lavori.

Per le opere in cemento armato precompresso devono essere sempre usati, nei calcestruzzi, cementi ad alta resistenza con le prescritte caratteristiche degli inerti da controllarsi continuamente durante la costruzione, impasti e dosaggi da effettuarsi con mezzi meccanici, acciai di particolari caratteristiche meccaniche, osservando scrupolosamente in tutto le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018 e al D.P.R. 380/2001 e s.m.i.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e degli elaborati di esecutivi che gli saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione dei lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni.

L'Appaltatore dovrà avere a disposizione per la condotta effettiva dei lavori un ingegnere competente per i lavori in cemento armato, il quale risiederà sul posto per tutta la durata dei lavori medesimi. Spetta in ogni caso all'Appaltatore la completa ed unica responsabilità della regolare ed esatta esecuzione delle opere in cemento armato.

Le prove di carico verranno eseguite a spese dell'Appaltatore e le modalità di esse saranno fissate dalla Direzione dei Lavori, tenendo presente che tutte le opere dovranno essere atte a sopportare i carichi fissati nelle norme sopra citate.

Le prove di carico non si potranno effettuare prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto.

## **Art. 59.25 COSTRUZIONE DI VOLTI**

I volti dei ponti, ponticelli e tombini saranno costruiti sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in guisa che il manto o tamburo asseconi la curva dell'intradosso assegnata agli archi dai relativi disegni, salvo a tener conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento del volto dopo il disarmo.

È data facoltà all'Impresa di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al loro disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocati in opera i conci di pietra o i mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi. Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiancamento, impiegando a tal uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta. Gli eventuali coronamenti esterni delle volte presenteranno un addentellato che corrisponda ai filari della muratura interna, onde possano far corpo con la medesima. In quanto alle connessure, saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte in pietrame si impiegheranno pietre di forma per quanto possibile regolari, aventi i letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza e col martello; saranno collocati in opera con il lato maggiore nel senso del raggio della curva d'intradosso e in corsi o filari che esattamente corrispondano agli addentellati formati dai coronamenti esterni.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 6 millimetri all'intradosso e di 12 all'estradosso.

I corsi che costituiscono una volta debbono essere in numero dispari.

A tal uopo l'Appaltatore per volti di piccolo raggio è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, a mattoni speciali lavorati a raggio.

In ogni caso rimane vietato il sistema di volte a rotoli concentrici, ma la Direzione dei Lavori, per volte a piccolo raggio, potrà a suo giudizio concedere l'adozione di un sistema misto e cioè a rotoli con frequenti corsi

passanti. Per volti obliqui i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti secondo le linee dell'apparecchio che verrà prescritto.

Si avrà la maggiore cura tanto nella scelta dei materiali quanto nel loro collocamento in opera, e nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte onde abbia a risultare un lavoro in ogni parte perfetto.

Per le volte in conglomerato cementizio il getto dovrà essere fatto a conci di limitata larghezza, ma dell'intera lunghezza e spessore, formati entro appositi casseri con le pareti normali alla superficie di intradosso.

I conci saranno costruiti simmetricamente da una parte e dall'altra della chiave ed in ultimo saranno gettati i conci alla chiave ed alle imposte per fare serraglie quando gli assestamenti delle centine siano già compiuti.

Lo stesso procedimento dovrà seguirsi tanto per i volti come per quelli obliqui. In questi ultimi, quando la obliquità sia molto forte, i conci non si costruiranno continui per tutta la lunghezza del volto, bensì a denti di sega.

Per volte di qualsiasi natura l'Appaltatore non procederà al disarmo senza il preventivo assenso della Direzione dei Lavori. Le centinature saranno abbassate uniformemente in tutta la larghezza ed a poco a poco, evitando soprattutto che per una parte il volto rimanga privo di appoggio, mentre per un'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

#### **Art. 59.26**

### **APPLICAZIONE ALLE OPERE D'ARTE DELLE DIVERSE CATEGORIE DI MURATURA**

L'applicazione delle sopra descritte categorie di muratura alle diverse opere d'arte comprese nell'appalto, salvo contrarie e più precise disposizioni della Direzione dei Lavori, si farà come segue e, in particolare, saranno in **muratura**:

- a) di getto a calcestruzzo idraulico
- b) di pietrame a secco
- c) di pietrame con malta comune
- d) di pietrame con malta
- e) di mattoni con malta
- f) di pietra da taglio:
  - 1° a grana grossa
  - 2° a grana ordinaria
  - 3° a grana fina o mezzo fina

#### **Art. 59.27**

### **CAPPE SUI VOLTI**

Lo smalto da distendersi sull'estradosso e sui rinfianchi dei volti potrà essere costituito con le materie e le proporzioni volumetriche indicate all'articolo "*Malte e Conglomerati*", oppure in conglomerato cementizio, secondo quanto disporrà la Direzione dei Lavori.

Preparato l'impasto, prima di collocarlo in opera, le superfici da rivestire e le connessioni saranno diligentemente ripulite e lavate con acqua abbondante.

Lo smalto o il conglomerato si distenderà quando la superficie dell'estradosso si trova ancora umida in due o più strati, comprimendolo poi fortemente con spatole o con verghe strato per strato fino a che la malta si sarà prosciugata. La superficie dell'ultimo strato va poi spalmata con un intonaco di malta di cemento che dovrà essere lisciato fortemente con la cazzuola in modo da ridurlo a superficie regolare senza rughe o cavità.

Qualora venisse disposto l'impiego dello smalto, esso, quando avrà raggiunto sufficiente consistenza, sarà battuto con apposite verghe a più riprese ed a colpi incrociati, allo scopo di far scomparire le screpolature cagionate dall'essiccamento, umettandone la superficie per far luogo all'ultima pulitura e lisciatura, quindi verrà estradossata con fine malta idraulica.

Tanto lo smalto che il conglomerato, dopo ultimate le lavorazioni e messa in opera, dovranno essere riparati, dal sole e dalla pioggia, con stuoie o altro; si stenderà poi sulla sua superficie un leggero strato di sabbia per impedire un troppo celere essiccamento.

Gli speciali manti bituminosi verranno stesi direttamente sull'estradosso della volta preventivamente regolarizzata con malta.

Sui manti bituminosi che verranno eseguiti con le cautele che saranno prescritte, verrà poi disteso uno strato di smalto idraulico dello spessore di 5 cm. In tutti i casi la cappa deve essere coperta con uno strato di sabbia di almeno 10 cm.

Quando si prescrive la cappa in asfalto, questa, salve speciali prescrizioni del contratto, deve farsi con la proporzione di circa 8 a 10 kg di bitume naturale per ogni 100 kg di mastice di asfalto naturale e 50 kg di sabbia,

regolando inoltre la quantità di bitume in modo che l'asfalto possa distendersi con facilità.

La cappa di asfalto deve costruirsi soltanto dopo che le murature dei volti e dei rinfianchi siano bene asciutte. La cappa, appena distesa e mentre è ancora pastosa, deve essere coperta con spolveratura di sabbia che si incorpori nell'asfalto.

Le cappe non si debbono mai eseguire prima del disarmo dei volti.

#### **Art. 59.28 COPERTURE A LASTRONI**

I lastroni per copertura di acquedotti e tombini potranno essere in pietra da taglio della qualità più resistente, lavorati a filo dritto sulle due facce laterali di contatto e spianati alla grossa punta sulla loro superficie inferiore e superiore; la loro lunghezza dovrà essere tale da poter appoggiare su ciascun muro per una rientranza non minore di 20 cm e larghezza minima di ogni pezzo nel senso dell'asse longitudinale dell'acquedotto non dovrà essere mai minore di 0,50 m.

I lastroni dovranno essere posati con malta e battuti con mazzuolo fino a far rifluire la malta stessa, in modo da assicurare l'uniforme appoggio sulla sottostante muratura.

Potranno essere anche ordinati in conglomerato cementizio armato; per tale caso si richiamano tutte le prescrizioni di cui all'articolo "*Opere in Conglomerato Cementizio Armato e Cemento Armato Precompresso*".

#### **Art. 59.29 RABBOCCATURE**

Le rabboccature che occorresse eseguire sui muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco saranno formate con malta del tipo di cui all'articolo "*Malte e Conglomerati*".

Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino ad una conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e poi riscagliate, ove occorra, e profilate con apposito ferro.

#### **Art. 59.30 DEMOLIZIONI**

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno essere opportunamente bagnati.

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali devono ancora potersi impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori, sotto pena di rivalsa di danni verso la Stazione Appaltante.

I materiali provenienti da escavazioni o demolizioni sono di proprietà della Stazione Appaltante la quale potrà ordinare all'Appaltatore di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

L'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito, ecc. intendendosi di ciò compensato coi prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Qualora detti materiali siano ceduti all'Appaltatore, il prezzo ad essi convenzionalmente attribuito deve essere dedotto dall'importo netto dei lavori, salvo che la deduzione non sia stata già fatta nella determinazione dei prezzi.

I materiali non utilizzati provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura e spese dell'Impresa, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie di cui all'articolo "*Scavi e Rilevati in Genere*", lettera a).

#### **Art. 59.31 ACQUEDOTTI E TOMBINI TUBOLARI**

Per gli acquedotti tubolari, qualora siano eseguiti in conglomerato cementizio gettati in opera, nella parte inferiore della canna verranno usati semplici sagome; nella parte superiore verranno usate apposite barulle di

pronto disarmo. Essi non dovranno avere diametro inferiore a 80 cm qualora siano a servizio del corpo stradale.

Qualora vengano impiegati tubi di cemento per i quali è valida sempre quest'ultima prescrizione, questi dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con diametro uniforme e gli spessori corrispondenti alle prescrizioni sottospecificate, saranno bene stagionati e di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti di apposite sagomature alle estremità per consentire un giunto a sicura tenuta.

I tubi saranno posati in opera alle livellette e piani stabiliti e su di una platea di calcestruzzo magro a 2 q di cemento per m<sup>3</sup> di impasto in opera dello spessore più sotto indicato, salvo diversa prescrizione della Direzione dei Lavori. Verranno inoltre rinfiancati di calcestruzzo a 2,50 q di cemento per m<sup>3</sup> di impasto in opera a seconda della sagomatura prevista nei disegni di progetto, previa perfetta sigillatura dei giunti con malta di puro cemento.

Dimensione dei tubi e spessore della platea

Ø Tubi in cm	Spessore dei tubi in mm	Spessore della platea in cm
80	70	20
100	85	25
120	100	30

### Manufatti tubolari in lamiera zincata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata con onda normale alla generatrice.

L'acciaio della lamiera ondulata sarà dello spessore di 1,5 mm con tolleranza UNI (Norma [UNI EN 10162 e UNI 8661](#)), con carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati adottando uno dei metodi della scienza delle costruzioni (anello compresso, stabilità dall'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, ecc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso, asphaltico o equivalente avente uno spessore minimo di 1,5 mm inserito sulla cresta delle ondulazioni, che dovrà corrispondere ad un peso di 1,5 Kg/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo o a pennello, ovvero di bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Alla Direzione dei Lavori è riservato di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare presso lo stabilimento di produzione le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO<sub>4</sub>, nella misura di 36 g ogni 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle [UNI EN 10244-1 e UNI EN 10244-2](#)). Essi dovranno resistere all'immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso che gli accertamenti 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 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del ± 5%.

Agli effetti contabili sarà compensato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio purché la partita rientri nei limiti di tolleranza sopraindicati. Qualora il peso effettivo sia inferiore al peso diminuito della tolleranza, la Direzione dei Lavori non accetterà la fornitura. Se il peso effettivo fosse invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà compensato solo il peso teorico aumentato dei valori della tolleranza.

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

#### 1) Ad elementi incastrati per tombini.

L'ampiezza dell'onda sarà di 67,7 mm (pollici 2 e 3/4) e la profondità di 12,7 mm (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m (2 piedi).

Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto-filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli opposti elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegate, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da 0,30 m a 1,50 m e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro, la policentrica anche ribassata con luce minima di 0,30 e luce massima di 1,75 m.

## **2) A piastre multiple per tombini e sottopassi.**

L'ampiezza dell'onda sarà di 152,4 mm (pollici 6) e la profondità di 50,8 mm (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di 28,6 mm (pollici 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 m.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4 di pollice ed appartenere alla classe G 8 (Norme [UNI EN ISO 4759-1](#); [UNI EN ISO 898-1](#); [UNI EN ISO 898-2](#); [UNI EN ISO 4042](#); [UNI EN ISO 3269](#); [UNI EN ISO 4759-1](#)).

Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti, da realizzarsi mediante piastre multiple circolari, con diametro compreso da 1,50 m a 6,40 m, potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da 1,80 m a 6,50 m; ad arco con luce variabile da 1,80 m a 9,00 m; policentriche (per sottopassi), con luce variabile da 2,20 m a 7,00 m.

### **Art. 59.32**

#### **STRATIFICAZIONE DI ASFALTO COLATO**

Sopra le solette dei ponti in cemento armato, dopo che le strutture saranno ben asciutte, si stenderà un manto di asfalto costituito da asfalto colato dello spessore di 20 mm la cui miscela dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

- |    |                             |                 |
|----|-----------------------------|-----------------|
| a) | bitume penetrazione 50 ± 70 | il 15% in peso; |
| b) | pani di mastice in asfalto  | il 30% in peso; |
| c) | sabbia da 0 a 2 mm          | il 55% in peso. |

Lo stendimento dell'asfalto colato dovrà essere effettuato in due riprese aventi, ciascuna, lo spessore di un centimetro.

Si avrà cura, nello stendimento del secondo strato, che i giunti siano sfalsati.

Il punto di rammollimento del colato dovrà essere compreso fra 50 °C e 70 °C.

### **Art. 59.33**

#### **DRENAGGI E FOGNATURE**

I drenaggi e le fognature di risanamento del corpo stradale e zone circostanti che si rendessero necessari 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 risulti il punto più depresso dello strato impermeabile lungo l'asse del drenaggio, sarà stabilita la profondità di questo e la pendenza del cunicolo.

Detti pozzi saranno scavati della lunghezza da 2 a 3 m, 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 cm secondo l'importanza del drenaggio, così da costituire un cunicolo di scolo, da coprire con lastroni e successivamente col riempimento di cui all'articolo "Rilevati e Rinterri Addossati alle

### **Tubi perforati per drenaggi**

I tubi per drenaggio avranno 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 sinusoide.

L'acciaio della lamiera ondulata dello spessore minimo di 1,2 mm - con tolleranza UNI (Norme [UNI EN 10162](#) e [UNI 8661](#)) - dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 34/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo il processo Sendzmir con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato.

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

Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm (tolleranza 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. Per questo tipo di tubo l'unica forma impiegabile è quella circolare con diametro variabile da 15 a 25 cm.

### **Tubazioni per lo scarico delle acque di superficie dai 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.

### **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 compattato, 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 siano impieghiabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 mm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo 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 drenaggio dovrà essere iniziata dal punto di uscita in modo da permettere all'acqua di scolare fuori dello scavo in apposito scavo della larghezza di 0,50 m 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 0,40 m 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 cedimenti causati da assestamenti.

Per quanto espressamente non contemplato si rinvia alla seguente normativa tecnica: [AASHTO M 36 e M 167](#).

## **Art. 59.34**

### **GABBIONI E LORO RIEMPIMENTO**

I gabbioni metallici per l'esecuzione di opere di consolidamento o sbancamento saranno di forma prismatica e costituita da maglie esagonali a doppia torsione della dimensione di 8 x 10 cm. Le dimensioni del filo, il peso e la capacità dei gabbioni verranno precisati di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I fili metallici saranno protetti da zincatura forte, conforme alla norma [UNI EN 10223-3](#), per quanto riguarda le caratteristiche della maglia, e alle [Linee guida](#) del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Per gabbioni lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4 ÷ 0.6 mm.

Nel prezzo al kg sono compresi tutti gli oneri per la fornitura della rete del filo zincato di conveniente spessore per la rilegatura degli spigoli, la formazione dei tiranti e quanto altro occorresse per il montaggio ed il riempimento dei gabbioni.

Il riempimento dei gabbioni verrà effettuato con pietrame o ciottoli (di dimensioni tali che non possano passare in alcun senso attraverso le maglie della rete) collocati a mano e le fronti in vista saranno lavorate

analogamente alle murature a secco con analogo onere di paramento.

#### **Art. 59.35 SCOGLIERE**

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere debbono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente non alterabile all'azione dell'acqua. L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie.

Le scogliere debbono essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni agli altri, in modo da costituire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni prescritte dal contratto o che siano in ogni caso stabilite dalla Direzione dei Lavori. Per ciascuna scogliera, quando non sia specialmente disposto dal contratto o dall'elenco dei prezzi, la Direzione dei Lavori fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente.

I massi di volume inferiore ad un decimo di metro cubo, che la Direzione dei Lavori ritenesse di accettare per riempire gli interstizi delle scogliere o per formare un nucleo interno, sono valutati al prezzo del pietrame di riempimento.

#### **Art. 59.36 LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI NEI PRECEDENTI ARTICOLI**

Per tutti gli altri lavori diversi previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli che si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti norme: \$MANUAL\$

#### **Art. 59.37 LAVORI COMPENSATI A CORPO**

Per i lavori compensati a corpo si prescrive:

\$MANUAL\$

#### **Art. 59.38 ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI**

Prima di dare inizio a lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamento di strade esistenti, l'Appaltatore è tenuto ad informarsi presso gli enti proprietari delle strade interessate dall'esecuzione delle opere (Compartimento dell'A.N.A.S., Province, Comuni, Consorzi) se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono le opere stesse esistano cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, oleodotti, metanodotti ecc.).

In caso affermativo l'Appaltatore dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Circolo Costruzioni Telegrafiche Telefoniche, Comuni, Province, Consorzi, Società ecc.) la data presumibile dell'esecuzione delle opere nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità) necessari al fine di potere eseguire i lavori evitando danni alle cennate opere.

Il maggiore onere al quale l'Appaltatore dovrà sottostare per l'esecuzione delle opere in dette condizioni si intende compreso e compensato coi prezzi di elenco.

Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni ai cavi od alle condotte, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei Lavori.

Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unico responsabile rimane l'Appaltatore, rimanendo del tutto estranea la Stazione Appaltante da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

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

La Stazione Appaltante si riserva ad ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Appena constatata l'ultimazione dei lavori, la strada sarà aperta al pubblico transito. La Stazione Appaltante

però si riserva la facoltà di aprire al transito i tratti parziali del tronco che venissero progressivamente ultimati a partire dall'origine o dalla fine del tronco, senza che ciò possa dar diritto all'Appaltatore di avanzare pretese all'infuori della rivalsa, ai prezzi di elenco, dei ricarichi di massiciata o delle riprese di trattamento superficiale e delle altre pavimentazioni che si rendessero necessarie.

# CARREGGIATA

## Art. 60.1 PREMESSA

Con il termine pavimentazione stradale si indica sinteticamente la sovrastruttura interessata dal moto dei veicoli, atta a garantire nel tempo la transitabilità del traffico veicolare in condizioni di comfort e sicurezza. Essa deve ripartire sul terreno (sottofondo) le azioni statiche e dinamiche dei mezzi di trasporto, fornire una superficie di rotolamento regolare e poco deformabile, proteggere il terreno sottostante dagli agenti atmosferici.

In generale, dalla quota più profonda verso la superficie, si individuano i seguenti strati del corpo stradale:



- sottofondo (terreno naturale in sito o ultimo strato del rilevato);
- e sovrastruttura, così composta:
- fondazione;
  - base;
  - binder (o collegamento);
  - usura (o tappetino).

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

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

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

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

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

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

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 mm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,00 disposto secondo due direzioni ortogonali.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso

del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti. Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

### **Controllo dei requisiti di accettazione**

Le caratteristiche più importanti per una struttura stradale possono essere riassunte nei seguenti punti:

- elevata capacità portante;
- buona stabilità;
- bassa permeabilità all'acqua;
- rispetto della plano-altimetria di progetto;
- buone caratteristiche di micro e macrotessitura.

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

L'Appaltatore è poi tenuto a presentare, con congruo anticipo rispetto all'inizio dei lavori e per ogni cantiere di produzione, 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'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

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

Dopo che la Direzione dei Lavori ha accettato la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli giornalieri. Non saranno ammesse variazioni del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di additivo.

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

Tali valori dovranno essere verificati con le prove sul conglomerato bituminoso prelevato all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito.

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

## **Art. 60.2 PREPARAZIONE DEL SOTTOFONDO**

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilita dalla Direzione dei Lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedere a tutte le prove e determinazioni necessarie.

A tale scopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni, ai fini della loro possibilità d'impiego e delle relative modalità, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- a) determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- b) determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- c) determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

## **Art. 60.3**

## **COSTIPAMENTO DEL TERRENO IN SITO**

**A)** Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di 50 cm, si seguiranno le seguenti norme:

- a) per le terre sabbiose o ghiaiose si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno 25 cm con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
- b) per le terre limose, in assenza d'acqua, si procederà come al precedente punto a);
- c) per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

**B)** Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di 0,50 m:

- a) per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 cm, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi un'altezza da 0,50 m a 3 m, e pari all'80% per rilevati aventi un'altezza superiore a 3 m;
- b) per le terre limose, in assenza di acqua, si procederà come indicato al punto a);
- c) per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato al punto c) del Capo A).  
In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

### **Art. 60.4**

#### **MODIFICAZIONE DELLA UMIDITÀ IN SITO**

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei Lavori, altro materiale idoneo asciutto o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite del ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottimale ottenuta in laboratorio, dovrà raggiungersi il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

### **Art. 60.5**

#### **FONDAZIONI**

La fondazione sarà costituita dalla miscela del tipo approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere stesa in strati successivi dello spessore stabilito dalla Direzione dei Lavori in relazione alla capacità costipante delle attrezzature usate. Il sistema di lavorazione e miscelazione del materiale potrà essere modificato di volta in volta dalla Direzione dei Lavori in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura da laboratorio usata ed in relazione al sistema ed al tipo di attrezzatura di cantiere impiegata. Durante il periodo di costipamento dovranno essere integrate le quantità di acqua che evaporano per vento, sole, calore, ecc.

Il materiale da usarsi dovrà corrispondere ai requisiti di cui al punto "*Prescrizioni per la Costruzione di Strade con Sovrastruttura in Terra Stabilizzata*" e dovrà essere prelevato, ove sia possibile, sul posto.

L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3°C.

Qualsiasi area che risultasse danneggiata, per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso aggiuntivo.

La superficie di ciascun strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

**Art. 60.6**  
**OPERAZIONI PRELIMINARI**

L'area sulla quale dovranno costruirsi le fondazioni dovrà essere sistemata come indicato nell'articolo "*Preparazione del Sottofondo*".

Le buche lasciate nel terreno di impianto dopo l'estirpazione delle radici saranno riempite con cura ed il materiale di riempimento dovrà essere costipato fino a raggiungere una densità uguale a quella delle zone adiacenti.

**Art. 60.7**  
**FONDAZIONE IN PIETrame E CIOTTOLAMI**

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottolame entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di metri 15, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di 20 cm e non superiore a 25 cm, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso bene accostati fra loro e con gli interstizi serrati a forza mediante scaglie.

Ove la Direzione dei Lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia si provveda alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista all'uopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'Impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindatura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare alla superficie della carreggiata, o al pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora, per la natura del terreno di sottofondo e le condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a 10 cm.

**Art. 60.8**  
**FONDAZIONE IN GHIAIA O PIETRISCO E SABBIA**

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a 20 cm.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindatura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con materiale adatto, aiutandone la penetrazione mediante leggero innaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo e che, per le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) non danneggi la qualità dello strato stabilizzato, il quale dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore in caso di danni di questo tipo.

Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare a contatto con l'acqua.

**Art. 60.9**  
**FONDAZIONI STRADALI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate negli articoli riguardanti i conglomerati.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avranno le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e saranno di pezzatura compresa fra i 25 mm e i 40 mm. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelle della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme suindicate della pezzatura compresa fra i 10 mm e i 25 mm.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% dal crivello con fori di 7 mm, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o ad alta resistenza dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con 200 kg di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

La dosatura dei diversi materiali, nei rapporti sopradescritti per la miscela, dovrà essere fatta esclusivamente a peso, con bilance possibilmente a quadrante e di agevole lettura.

Si useranno almeno due bilance, una per gli aggregati ed una per il cemento.

L'acqua sarà misurata in apposito recipiente tarato provvisto di dispositivo di dosatura automatica, che consenta di mantenere le erogazioni effettive nel limite del 2% in più o in meno rispetto alla quantità di volta in volta stabilita.

Le formule di composizione suindicate si riferiscono ad aggregati asciutti; pertanto si dovranno apportare nelle dosature le correzioni richieste dal grado di umidità degli aggregati stessi.

Anche i quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un mescolatore di tipo idoneo.

La durata della mescolazione non dovrà essere inferiore ad un minuto nelle impastatrici a mescolazione forzata, e a minuti 1,5 nelle impastatrici a tamburo, contando il tempo a partire dal termine della immissione di tutti i componenti nel mescolatore.

In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool, i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Prima di ogni ripresa del lavoro o mutandosi il tipo di impasto, il mescolatore dovrà essere accuratamente pulito e liberato dagli eventuali residui di materiale e di calcestruzzo indurito.

In nessun caso e per nessuna ragione sarà permesso di utilizzare calcestruzzo che abbia già iniziato il processo di presa, neppure procedendo ad eventuali aggiunte di cemento. Il calcestruzzo potrà essere confezionato sia nello stesso cantiere di stesa che in altro cantiere dell'Impresa purché il trasporto sia eseguito in modo da non alterare l'uniformità e la regolarità della miscela.

Nel caso in cui l'Appaltatore desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aeratori o plastificati, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori; le spese relative saranno a carico dell'Appaltatore.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'Appaltatore avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia, dello spessore di almeno un centimetro.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'Appaltatore dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo, composte di elementi di lunghezza minima di 3 m, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, muniti di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione. L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di 2 m, e tutte le differenze superiori ai 3 mm in più o in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettata distintamente una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiore a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei Lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agente simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare, durante l'operazione, gli elementi degli aggregati e da non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che alla superficie della pavimentazione si formino strati di materiale fino. I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (binder). Pertanto, prima dell'inizio della presa, la superficie verrà accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della vibrazione, mediante spazzoloni moderatamente bagnati, fino ad ottenere lo scopimento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazioni od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopraddetti, la Stazione Appaltante potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi quando anche si trattasse di lastre intere. L'Appaltatore è obbligato a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, come in precedenza descritte.

Essi, per le strade a due corsie, verranno costruiti in corrispondenza dell'asse della carreggiata mentre, per le strade aventi un numero maggiore di corsie, i giunti verranno costruiti in corrispondenza alla linea di separazione ideale tra corsia e corsia; tali giunti dovranno avere parete verticale ed interessare tutto lo spessore del calcestruzzo.

La parete del giunto dovrà presentarsi liscia e priva di scabrosità ed a tale scopo si avrà cura di prendere, durante il getto, tutti gli accorgimenti del caso.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'Impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei Lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabili, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere un'altezza di almeno 3 cm inferiore a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

La posa in opera delle tavolette dovrà essere eseguita con un certo anticipo rispetto al getto e con tutti gli accorgimenti e la cura necessaria perché il giunto risulti rettilineo regolare, della larghezza massima di 10 mm e con spigoli perfettamente profilati.

Non saranno tollerate deviazioni maggiori di 10 mm rispetto all'allineamento teorico. Qualora si usino tavolette di legno, si dovranno impiegare essenze dolci; inoltre gli elementi, prima della loro posa in opera, dovranno essere ben inzuppati d'acqua.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con frattazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di un centimetro.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno alla metà dello spessore totale della fondazione in modo da indurre successiva rottura spontanea delle lastre in corrispondenza della sezione di minore resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei

Lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso la cui composizione dovrà corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Bitume penetrazione da 80 a 100	20% in peso;
Mastice di asfalto in pani	35% in peso;
Sabbia da 0 a 2 mm	45% in peso.

#### **Art. 60.10**

### **STRATI DI BASE IN MASSICCIATA DI PIETRISCO**

Le massicciate tanto se debbano svolgere la funzione di diretta pavimentazione, quanto se debbano servire a sostegno di ulteriori strati con trattamenti protetti, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, indicate in via di massima nell'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*", lettera e), o dimensioni convenientemente assortite, secondo quanto disposto dalla Direzione dei Lavori o specificato nell'Elenco Prezzi.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura a mano o meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame o i ciottoloni di elevata durezza da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

Alla Direzione dei Lavori è riservata la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente: altrettanto dicasi nel caso che il detto materiale non fosse messo in opera con le cautele e le modalità che saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori, come pure per tutti gli altri materiali e prodotti occorrenti per la formazione delle massicciate e pavimentazioni in genere.

Il materiale di massiciata, preventivamente ammannito in cumuli di forma geometrica o in cataste pure geometriche sui bordi della strada o in adatte località adiacenti agli effetti della misurazione, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massiciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato nell'articolo "*Dimensioni, Forma Trasversale e Caratteristiche della Strada*", e nelle curve il profilo che ai sensi dello stesso articolo sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massiciata stradale dovranno soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al «Fascicolo n. 4» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, edizione 1953.

Per la formazione della massiciata il materiale, dopo la misura, deve essere steso in modo regolare ed uniforme, ricorrendo alle comuni carriere o forche e se possibile, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a 15 cm.

Qualora la massiciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco assortito (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama di vari elementi sotto un traffico moderato.

#### **Art. 60.11**

### **CILINDRATURA DELLE MASSICCIATE**

Salvo quanto detto all'articolo "*Massiciata a Macadam Ordinario*" per ciò che riguarda le semplici compressioni di massicciate a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massiciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido, ecc., si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a 3 km.

Per la chiusura e rifinitura della cilindatura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14 e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'Appaltatore con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e con tutto quanto è necessario al loro perfetto funzionamento (salvo che sia diversamente disposto per la fornitura di rulli da parte della Stazione Appaltante).

Verificandosi eventualmente guasti ai compressori in esercizio, l'Appaltatore dovrà provvedere prontamente alla riparazione ed anche alla sostituzione, in modo che le interruzioni di lavoro siano ridotte al minimo possibile.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno 20 cm della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno 20 cm di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere contemporaneamente strati di pietrisco o ghiaia superiori a 12 cm di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura. Pertanto, ed ogni qualvolta la massiciata debba essere formata con pietrisco di altezza superiore a 12 cm misurata sempre come sopra, la cilindratura dovrà essere eseguita separatamente e successivamente per ciascun strato di 12 cm o frazione, a partire da quello inferiore.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in 3 categorie:

- 1° *di tipo chiuso;*
- 2° *di tipo parzialmente aperto;*
- 3° *di tipo completamente aperto;*

a seconda dell'uso cui deve servire la massiciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura - fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice - tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massiciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

**La cilindratura di tipo chiuso** dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato per evitare ristagni nella massiciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che possa perciò essere rammollito, e con impiego, durante la cilindratura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione, pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindratura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, o almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massiciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindratura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza dei materiali prescritto per la massiciata.

**La cilindratura di tipo semiaperto**, a differenza della precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

- a) l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindratura, limitandone l'uso ad un preliminare inaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massiciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo inaffiamento in sede di cilindratura e limitatamente allo strato inferiore da cilindrare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindratura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai 12 cm), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindratura della zona di massiciata che si dovesse successivamente cilindrare, al disopra della zona suddetta di 12 cm, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
- b) il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massiciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massiciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindratura; qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massiciata.

La cilindatura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massiciata impiegato.

**La cilindatura di tipo completamente aperto** differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

#### **Art. 60.12 MASSICCIATA A MACADAM ORDINARIO**

Le massicciate da eseguire e conservare a macadam ordinario saranno semplicemente costituite con uno strato di pietrisco o ghiaia di qualità, durezza e dimensioni conformi a quelle indicate nell'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*", lettera e), o da mescolanza di dimensioni assortite secondo gli ordini che saranno impartiti in sede esecutiva dalla Direzione dei Lavori. I materiali da impiegare dovranno essere scevri di materie terrose, detriti, sabbie e comunque di materie eterogenee. Essi saranno posti in opera nell'apposito cassonetto spargendoli sul fondo e sottofondo eventuale per un'altezza di \$MANUAL\$ cm configurati accuratamente in superficie secondo il profilo assegnato alla sagoma trasversale in rettilineo fissata nei precedenti articoli per queste massicciate, e a quello in curva che sarà ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Se per la massiciata è prescritta o sarà ordinata in sede esecutiva la cilindatura a fondo, questa sarà eseguita con le modalità relative al tipo chiuso descritto nel precedente articolo. In entrambi i casi si dovrà curare di sagomare nel modo migliore la superficie della carreggiata secondo i prescritti profili trasversali sopraindicati.

#### **Art. 60.13 MASSICCIATA A MACADAM BITUMINOSO MESCOLATO IN POSTO**

Quando la particolare natura dei materiali a disposizione e l'economia generale dell'opera lo suggerisca, al comune strato superiore di soprastruttura a macadam (massiciata), di cui fosse previsto il finimento con trattamento protetto, può sostituirsi una massiciata costruita con materiale lapideo granulometricamente assortito, mescolato in posto con legante bituminoso.

A tale scopo, approvvigionati i materiali miscelabili tali da realizzare una curva granulometrica continua a partire dagli aggregati fini sino al massimo pietrisco passante al vaglio di 60 mm, si provvederà al loro ammannimento lungo la strada: dopo di che, a mezzo di apposito macchinario, si procederà al mescolamento dell'aggregato con emulsione bituminosa in quantità dal 6 all'8% in peso dell'aggregato asciutto o con bitume flussato in ragione dal 3 al 5% in peso. Eseguito il mescolamento si procederà a scopare e pulire accuratamente il primo strato della massiciata (comunque costituito o con ossatura di sottofondo cilindrata o con materiale granulare misto) già in precedenza sottoposto a traffico e su di esso si procederà allo spandimento di 0,800 kg/m<sup>2</sup> di emulsione bituminosa che non si rompa subito in superficie.

Dopo effettuata tale spalmatura d'ancoraggio, il materiale miscelato verrà steso a mezzo di apposita macchina livellatrice e rullato con adatto compressore in modo che a cilindatura ultimata si costituisca uno strato omogeneo di spessore non inferiore a 8 cm dopo compresso. Aperta poi definitivamente al traffico la strada, dopo alcune settimane si procederà al trattamento di sigillo con 1,5 kg di emulsione al 55% con l'aggiunta di pietrischetto da 5 a 15 mm e rullatura leggera, ovvero con 0,800 kg di bitume a caldo e 10 litri di pietrischetto.

#### **Art. 60.14 MASSICCIATA IN MISTO GRANULOMETRICO A STABILIZZAZIONE MECCANICA**

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo di argilla da 0,074 mm sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.

La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limite che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo, in condizioni particolari secondo rilievi di laboratorio, alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzia che né la soprastruttura si disgrega, né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, ed in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 e ad un C.B.R. saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico mediante la prova di **punzonamento C.B.R.** (California bearing ratio) su

campione compattato preventivamente col [metodo Proctor](#).

Il materiale granulometrico - tanto che sia tout-venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla - dovrà essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procederà al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante motogradere ed alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi, dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali, si compatterà lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'Appaltatore sarà tenuto a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima ed umidità ottima (prove di Proctor), portanza (C.B.R.) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.

Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori dovrà essere dotato di:

- a) una serie di setacci per i pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie A.S.T.M. 10, 20, 40, 80, 140, 200;
- b) un apparecchio Proctor completo;
- c) un apparecchio per la determinazione della densità in posto;
- d) una stufetta da campo;
- e) una bilancia tecnica, di portata di 10 kg ad approssimazione di un grammo.

#### **Art. 60.15**

### **MASSICCIATA PER IL SUPPORTO DI RIVESTIMENTI DI NOTEVOLE SPESSORE**

Quando la massicciata è destinata a servire da supporto a rivestimenti di spessore relativamente notevole, assumendo così il compito quasi esclusivo di ridurre le pressioni trasmesse agli strati inferiori, possono usarsi materiali di costo limitato, in particolare pietrischetti della seconda categoria ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche) e ghiaie.

La tecnica dell'esecuzione è analoga a quella indicata per la formazione delle massicciate ordinarie, ma si può ridurre il lavoro di cilindratura occorrente per il costipamento aumentando il quantitativo del materiale di aggregazione o passando addirittura dall'impiego di materiale delle pezzature normali a quello di materiale di convenienti granulometrie estese sino ad includere le sabbie.

A cilindratura finita la massicciata dovrà presentarsi chiusa ben assestata così da non dar luogo a cedimenti al passaggio del compressore.

#### **Art. 60.16**

### **PRESCRIZIONI PER LA COSTRUZIONE DI STRADE CON SOVRASTRUTTURA IN TERRA STABILIZZATA**

#### **Miscela**

I materiali da usarsi sono quelli indicati nell'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*", lettera f).

Di norma si usano diversi tipi di miscela.

I materiali da usarsi nelle fondazioni dovranno avere i requisiti sottoindicati per ciascuno dei tipi A, B e C.

MISCELA TIPO A	DENOMINAZIONE DEI SETACCI	PERCENTUALE DEL PASSANTE
	1" (25,400 mm) n. 10 ( 2,000 mm)  Il materiale passante al setaccio n. 10 dovrà avere i seguenti requisiti: \$MANUAL\$	100 da 65 a 100
	n. 10 ( 2,000 mm) n. 20 ( 0,840 mm)	100 da 55 a 90

	n. 40 ( 0,420 mm) n. 200 ( 0,074 mm)	da 35 a 70 da 8 a 25
--	---	-------------------------

MISCELA TIPO B	DENOMINAZIONE DEI SETACCI	PERCENTUALE DEL PASSANTE	
		B-I max grandezza 1" 25,4 mm	B-II max grandezza 2" 50,8 mm
	n. 2" (50,800 mm) n. 1 1/2" (38,100 mm) n. 1" (25,400 mm) n. 3/4" (19,100 mm) n. 3/8" ( 9,520 mm) n. 4 ( 4,760 mm) n. 10 ( 2,000 mm) n. 40 ( 0,420 mm) n. 200 ( 0,074 mm)	- - 100 da 70 a 100 da 50 a 80 da 35 a 65 da 25 a 50 da 15 a 30 da 5 a 15	100 da 70 a 100 da 55 a 85 da 50 a 80 da 40 a 70 da 30 a 60 da 20 a 50 da 10 a 30 da 5 a 15

MISCELA TIPO C	DENOMINAZIONE DEI SETACCI	PERCENTUALE DEL PASSANTE
	3/4" (19,100 mm) n. 4 ( 4,750 mm) n. 10 ( 2,000 mm) n. 40 ( 0,420 mm) n. 200 ( 0,074 mm)	100 da 70 a 100 da 35 a 80 da 25 a 50 da 8 a 25

La percentuale del passante al setaccio n. 200 (0,074 mm) dovrà essere per tutti i suindicati tre tipi di miscela non superiore alla metà della percentuale dei passanti al setaccio n. 40 (0,42 mm).

Il limite di fluidità per tutti e tre i suindicati tipi di miscela non dovrà essere superiore a 25. L'indice di plasticità non dovrà essere superiore a 6 per le miscele del tipo A e B, e non superiore a 3 per le miscele di tipo C.

Per le pavimentazioni i materiali dovranno avere i requisiti sottoindicati per ciascuno dei tipi A, B e C.

MISCELA TIPO A	DENOMINAZIONE DEI SETACCI	PERCENTUALE DEL PASSANTE
	1" (25,400 mm) n. 10 ( 2,000 mm)  Il materiale passante al setaccio n. 10 dovrà avere i seguenti requisiti: \$MANUAL\$  n. 10 ( 2,000 mm) n. 20 ( 0,840 mm) n. 40 ( 0,420 mm) n. 200 ( 0,074 mm)	100 da 65 a 100   100 da 55 a 90 da 30 a 70 da 8 a 25

MISCELA TIPO B	DENOMINAZIONE DEI SETACCI	PERCENTUALE DEL PASSANTE
	1" (25,400 mm) 3/4" (19,100 mm) 3/8" ( 9,520 mm) n. 4 ( 4,750 mm) n. 10 ( 2,000 mm) n. 40 ( 0,420 mm) n. 200 ( 0,074 mm)	100 da 85 a 100 da 65 a 100 da 55 a 75 da 40 a 70 da 25 a 45 da 10 a 25

MISCELA TIPO C	DENOMINAZIONE DEI SETACCI	PERCENTUALE DEL PASSANTE
	3/4" (19,100 mm) n. 4 ( 4,750 mm) n. 10 ( 2,000 mm) n. 40 ( 0,420 mm) n. 200 ( 0,074 mm)	100 da 70 a 100 da 35 a 80 da 25 a 50 da 8 a 25

--	--	--

La percentuale del passante al setaccio n. 200 (0,074 mm) dovrà essere, in tutti e tre i suindicati tipi di miscela, non superiore a 2/3 dei passanti al setaccio n. 40.

Il limite di fluidità per tutti e 3 i suindicati tipi di miscela non dovrà essere superiore a 35.

L'indice di plasticità per tutti 3 i suindicati tipi di miscela non dovrà essere minore di 4 e maggiore di 9.

#### **Art. 60.17**

### **STUDI PRELIMINARI - PROVE DI LABORATORIO IN SITO**

L'Appaltatore indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali terrosi che essa ritiene più idonei al particolare impiego, sia per componenti che per granulometria, scegliendoli tra quelli del tipo sabbioso-ghiaioso con moderato tenore di limo ed argilla.

La Direzione dei Lavori, in seguito all'esito delle prove di laboratorio su detti materiali o su altri di propria scelta, designerà la provenienza e la composizione del terreno da approvvigionare.

Per l'accettazione del terreno saranno richiesti i risultati delle prove di bagno-asciuga e, ove le condizioni climatiche lo richiedano, di congelamento ripetute.

Le prove preliminari che si richiedono sono le seguenti:

1. prove per la determinazione delle caratteristiche fisiche dell'aggregato (analisi granulometriche);
2. prove per la determinazione della densità massima e dell'umidità ottima del terreno;
3. prove per la determinazione dell'umidità e della densità massima della miscela terra-legante;
4. [prove per la determinazione delle caratteristiche di accettazione del cemento secondo le norme vigenti](#);
5. prove ripetute di bagno-asciuga e del congelamento per la determinazione del comportamento della miscela all'azione degli agenti atmosferici.

L'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori provvederà ad eseguire a proprie cure e spese, presso il laboratorio di cantiere e presso laboratori ufficiali, periodiche prove di controllo e tutte quelle che la Direzione dei Lavori riterrà opportune.

Le caratteristiche granulometriche cui dovrà rispondere la miscela di stabilizzazione saranno determinate periodicamente, mediante prove di laboratorio del terreno da impiegare, ed approvate dalla Direzione dei Lavori.

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

#### **Art. 60.18**

### **ATTREZZATURA DI CANTIERE**

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della Direzione dei Lavori un laboratorio da campo opportunamente attrezzato per eseguire almeno le seguenti prove:

- 1) determinazione delle caratteristiche di costipamento;
- 2) determinazione del limite liquido;
- 3) determinazione del limite plastico;
- 4) determinazione del limite di ritiro;
- 5) determinazione delle caratteristiche granulometriche;
- 6) determinazione dell'umidità e densità in posto;
- 7) determinazione del C.B.R. in posto;
- 8) determinazione dell'indice di polverizzazione del materiale.

L'Appaltatore è tenuto a mettere la Direzione dei Lavori in condizione di poter eseguire le altre prove su terre presso il proprio laboratorio centrale o presso il laboratorio a cui l'Appaltatore affida l'esecuzione delle analisi.

I macchinari che l'Appaltatore dovrà possedere come propria attrezzatura di cantiere dovranno rispondere agli usi a cui sono destinati e consisteranno:

- a) in motolivellatori che dovranno essere semoventi, forniti di pneumatici ed avere una larghezza base ruote non minore di 4 m;
- b) in attrezzatura spruzzante costituita da camions distributori a pressione o con altra attrezzatura adatta alla distribuzione dell'acqua a mezzo di barre spruzzatrici in modo uniforme e in quantità variabile e controllabile;

- c) in mezzi costipatori costituiti da:
- 1) rulli a piede di montone e semplice o a doppio tamburo del tipo adatto per costipare il materiale che viene impiegato. Dovranno poter essere zavorrati fino a raggiungere la pressione unitaria richiesta dalla Direzione dei Lavori;
  - 2) carrelli pigiatori gommati muniti di gomme lisce trainati da un trattore a ruote gommate di adeguata potenza trainante oppure carrelli pigiatori gommati semoventi aventi possibilità di procedere nei due sensi con inversione di marcia;
  - 3) rulli vibranti capaci di sviluppare un carico statico variabile, da un minimo di 300 kg fino a 1300 kg circa, ed una energia dinamica sinusoidale con vettore forza del peso prestabilito di volta in volta dalla Direzione dei Lavori;
  - 4) rulli compressori lisci a tre ruote, del peso che verrà stabilito di volta in volta dalla Direzione dei Lavori;
  - 5) distributori meccanici regolabili e capaci di distribuire uniformemente i materiali in quantitativi controllati per m<sup>2</sup> di superficie;
  - 6) attrezzatura idonea per la miscelazione, come: scarificatori, aratri a dischi, erpici o macchinari semoventi a singola o a doppia passata, motograders.

Tutta l'attrezzatura di cantiere deve essere approvata dalla Direzione dei Lavori prima di essere impiegata.

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

#### **Art. 60.19** **NORME PER LA COSTRUZIONE DI SOVRASTRUTTURE** **IN TERRA STABILIZZATA CON CEMENTO**

Per l'esecuzione di tale tipo di sovrastruttura i lavori dovranno svolgersi nel seguente modo:

- a) prima di spargere il cemento, lo strato di materiale dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;
- b) il cemento dovrà essere distribuito uniformemente nelle quantità richieste ed il lavoro dovrà essere di soddisfazione piena della Direzione dei Lavori;
- c) l'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporate nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specificata dalla Direzione dei Lavori per la miscela terra e cemento;
- d) ad avvenuta uniforme miscelazione della terra-acqua-cemento, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla Direzione dei Lavori;
- e) la miscela dovrà essere mantenuta umida con l'aggiunta di acqua nella quantità necessaria a sopperire le perdite verificatesi durante la lavorazione, ed infine lo strato sarà rifinito secondo le norme che di volta in volta verranno impartite dalla Direzione dei Lavori;
- f) dopo l'ultimazione della sovrastruttura di terra-cemento, questa dovrà essere immediatamente protetta in superficie per un periodo di sette giorni con sabbia o con stuoie, onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.

Il macchinario da impiegare dovrà essere in buone condizioni d'uso e dovrà avere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Il macchinario che non sia di gradimento della Direzione dei Lavori non potrà essere impiegato.

Il cemento da impiegarsi dovrà essere quello normale ai sensi della legge 595/1965 e delle altre norme vigenti. La Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'uso di cemento pozzolanico o di alto forno, che corrispondano alle norme vigenti.

Il cemento dovrà essere consegnato in sacchi sigillati recanti il marchio di fabbrica della cementeria. Ogni sacco dovrà essere in perfette condizioni al momento della consegna. Il cemento dovrà essere depositato in luoghi asciutti al riparo dalla pioggia e dalle intemperie. Tutto il cemento che per qualsiasi ragione risulterà parzialmente deteriorato o conterrà impurità sarà rifiutato.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materie organiche e qualsiasi altra sostanza nociva. Il dosaggio del cemento nella miscela terra-cemento sarà stabilito in base alle caratteristiche della terra. Di norma la percentuale varierà dal 4 al 14% in peso sul peso secco del materiale ovvero dal 6 al 16% in volume sul volume della miscela costipata.

Il minimo dosaggio del cemento da usare è quello che:

- a) dia perdite di peso per la miscela terra-cemento rispetto al peso iniziale dopo 12 cicli di imbibizione ed essiccamento (eseguiti secondo la prova AASHTO-T 135-97) e dopo 12 cicli di gelo e disgelo (eseguiti secondo la prova AASHTO-T 136-97) compresi, a seconda dei gruppi di appartenenza delle classificazioni AASHTO-T 145-91 nei seguenti limiti:

Terre dei gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5, non oltre il 14%;

Terre dei gruppi A2-6, A2-7, A4, A5, non oltre il 10%;

Terre dei gruppi A6, A7-5, A7-6, non oltre il 7%;

- b) dia variazione di volume durante i cicli di imbibizione ed essiccamento o di gelo o disgelo non superiore al 2% del volume dei provini all'atto della confezione;
- c) dia contenuti di umidità, durante i cicli di imbibizione ed essiccamento o di gelo e disgelo, non superiori alle quantità che possono totalmente riempire i vuoti dei campioni all'atto della confezione;
- d) dia resistenza alla compressione in proporzione crescente col trascorrere del tempo e con l'aumento del dosaggio del cemento nei limiti di quei dosaggi che producono risultati rispondenti ai requisiti specificati ai punti a, b, c più sopra specificati.

L'attrezzatura di cantiere indicata all'articolo "*Attrezzatura di Cantiere*" dovrà essere integrata come segue:

- a) spargitori di cemento equipaggiati con sistemi di proporzionamento e distribuzioni tali da assicurare che lo spargimento venga effettuato con una precisione che non vari col variare delle condizioni della superficie del terreno su cui si opera e da assicurare la distribuzione con una tolleranza massima del 4% della quantità teorica richiesta per metro quadrato;
- b) sarchiatori regolabili per rimuovere le superfici costipate;
- c) spazzolatrici automatiche o del tipo trainato da impiegarsi nei lavori di rifinitura.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire oltre alle analisi e prove previste all'articolo "*Attrezzatura di Cantiere*" anche le seguenti:

- a) determinazione della rispondenza delle caratteristiche del cemento alle norme di accettazione in vigore;
- b) determinazione del contenuto in cemento;
- c) determinazione dei tempi di presa del cemento.

I lavori potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiore a 4 °C ed il tempo non sia piovoso o molto nebbioso.

Il terreno da stabilizzare con detto sistema dovrà essere accuratamente preparato secondo le sagome, le inclinazioni previste da progetto prima di provvedere allo spargimento del cemento. La miscela terra-cemento si potrà considerare sufficientemente polverizzata quando l'80% del terreno, ad esclusione degli elementi lapidei, passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm). Se la normale procedura di miscelazione non dovesse dare questo grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà fare una polverizzazione preventiva prima di spargere il cemento onde assicurare il raggiungimento di tali requisiti nella finale miscelazione dell'impasto.

La quantità indicata di cemento richiesta per tutta la profondità del trattamento dovrà essere uniformemente distribuita sulla superficie in modo soddisfacente per la Direzione dei Lavori. Il cemento dovrà essere sparso solamente su quella parte del terreno che si prevede di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stato sparso di fresco il cemento fino a quando questo non sia stato miscelato col terreno.

Immediatamente dopo aver sparso il cemento, il macchinario per la stabilizzazione dovrà muoversi per polverizzare il terreno mescolando il cemento ed aggiungendo la richiesta quantità d'acqua attraverso le barre spruzzatrici a pressione. Il macchinario dovrà infine provvedere allo spargimento della miscela ottenuta su tutta la larghezza del trattamento in modo che sia pronta per essere costipata con idonea attrezzatura indicata dalla Direzione dei Lavori.

La percentuale di umidità nella miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dalla Direzione dei Lavori, e non maggiore del 2% circa di tale ottimo. Questa umidità ottima indicata sarà quella che dovrà risultare a miscela completata e sarà determinata con uso dei metodi rapidi prestabiliti dalla Direzione dei Lavori o con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità. Sarà responsabilità dell'Appaltatore di aggiungere l'appropriata quantità di umidità alla miscela.

La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dalla Direzione dei Lavori, fino al raggiungimento della densità indicata di volta in volta dalla Direzione dei Lavori stessa.

La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei mezzi costipanti dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa del cemento.

Dopo il costipamento della miscela ed in alcuni casi prima di portare a termine il costipamento medesimo, la superficie del terreno dovrà essere livellata secondo le sagome e le inclinazioni indicate in progetto.

L'umidità contenuta nella miscela dovrà essere mantenuta all'ottimo prestabilito fino al termine delle operazioni.

Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna interruzione delle operazioni di lavoro, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.

Dopo l'ultimazione della sovrastruttura secondo le norme suindicate, essa dovrà venire immediatamente protetta in modo da preservare la miscela da perdite di umidità durante il periodo di sette giorni, ad esempio, mediante l'uso di sabbia umida, di sacchi bagnati, di paglia umida, o di emulsione bituminosa.

Il traffico potrà essere aperto solo dopo sette giorni e, dopo tale termine, potrà essere applicato l'eventuale rivestimento superficiale.

**Art. 60.20**  
**NORME PER LA COSTRUZIONE DI SOVRASTRUTTURE IN TERRA**  
**STABILIZZATA CON LEGANTE BITUMINOSO**

In detto tipo di sovrastruttura la massima dimensione degli elementi lapidei facenti parte del terreno non deve essere maggiore di 1/3 dello spessore finito dello strato stabilizzato.

Il terreno dovrà essere libero da materie organiche, radici, ecc. e, di norma, dovrà avere la seguente composizione granulometrica:

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
n. 4 (4,760 mm) n. 40 (0,420 mm) n. 200 (0,074 mm)	50 o più da 50 a 100 non più di 35

La frazione passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido inferiore a 30 e un indice di plasticità inferiore a 10. Norme particolari verranno impartite dalla Direzione dei Lavori qualora si debbano stabilizzare terreni dei seguenti tipi:

- a) terreni ad elevato limite di plasticità;
- b) sabbie pure.

I leganti bituminosi dovranno essere conformi alle norme [UNI EN 13808](#) e [UNI EN 14023](#) e potranno essere costituiti da bitumi flussati del tipo a rapida o media maturazione oppure da emulsioni bituminose di tipo stabile approvati dalla Direzione dei Lavori.

Il dosaggio di legante bituminoso da aggiungere al terreno verrà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

L'acqua da usarsi dovrà essere esente da qualsiasi sostanza organica, da acidi, da alcali, ecc.

La campionatura del materiale costituente il terreno che entra a far parte della miscela dovrà essere prelevata ad intervalli di 150 metri almeno su ciascun tratto di strisce da lavorare.

Campioni rappresentativi della struttura ultimata dovranno essere prelevati almeno ogni 40 metri per la determinazione in laboratorio del contenuto di legame bituminoso.

Tutti i macchinari destinati alla polverizzazione del terreno, all'applicazione del legante bituminoso, al costipamento ed alla rifinitura secondo le presenti norme dovranno avere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Tale attrezzatura sarà costituita da:

**1) Macchine stabilizzatrici che potranno essere dei seguenti tipi:**

- a) tipo che scarifica, polverizza il terreno e lo miscela in unica passata col legame bituminoso, lasciando la miscela depositata dietro di sé e pronta per le successive operazioni di aerazione, livellamento e costipamento;
- b) tipo che effettua il proporzionamento e il miscelamento del materiale in mucchi lasciando la miscela ad avvenuta lavorazione sempre in formazione di mucchi e pronta per le successive operazioni di stesura, aerazione, livellamento e costipamento.

Entrambi i tipi suindicati dovranno essere in grado di assicurare l'aggiunta di legante bituminoso con la precisione dello 0,5% sulle quantità prestabilite.

**2) Attrezzature sussidiarie costituite da:**

- a) serbatoi mobili per il legante bituminoso;
- b) autobotti per acqua;
- c) motolivellatrici;
- d) frangizolle o macchine adatte per rimiscelare il materiale per il caso che non si intenda di impiegare per l'aerazione la stessa attrezzatura usata per la formazione della miscela;
- e) terne di rulli a piede di pecora capaci di sviluppare la pressione specifica all'estremità dei piedi che verrà stabilita dalla Direzione dei Lavori;
- f) carrelli pigiatori gommati a ruote multiple aventi le caratteristiche di carico per ruota e di pressione specifica che verranno stabilite dalla Direzione dei Lavori;
- g) rulli lisci del peso che verrà stabilito dalla Direzione dei Lavori;
- h) spazzolatrici.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da consentire, oltre le prove previste nei precedenti articoli, anche le seguenti:

- a) determinazione della percentuale di acqua nelle emulsioni bituminose;
- b) determinazione della percentuale di bitume nella miscela terra-bitume;
- c) determinazione della stabilità della miscela terra-bitume (Hubbard-Field, o apparecchiatura similare);
- d) determinazione della viscosità Engler.

L'Appaltatore è tenuto a mettere la Direzione dei Lavori in condizione di poter eseguire eventuali altre prove che essa Direzione dei Lavori dovesse richiedere presso il laboratorio centrale dell'Appaltatore o presso quel laboratorio a cui l'Appaltatore affida l'esecuzione delle analisi.

Prima dell'aggiunta del legante bituminoso si dovrà mettere il terreno in condizione di avere un contenuto di umidità inferiore al 4% in peso secco del materiale e dovrà essere regolato con essiccazione o con aggiunta di acqua a seconda dei dosaggi stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Il terreno, ad esclusione degli elementi lapidei, dovrà essere polverizzato fino a che l'85% passi attraverso il setaccio da 3/8" (9,52 mm) e non meno del 75% passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm).

Non si dovrà procedere alla costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso durante periodi eccessivamente freddi o umidi senza autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori.

Il legante bituminoso non dovrà essere applicato qualora la temperatura ambiente sia inferiore a 10°C. Le temperature alle quali dovranno essere portati eventualmente i leganti bituminosi verranno, a seconda del tipo di legante usato e a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, stabilite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

Dopo la miscelazione del terreno col legante bituminoso, tale miscela dovrà essere aerata fino a raggiungere un contenuto di umidità non superiore al contenuto ottimo, stabilito dalla Direzione dei Lavori per un appropriato costipamento. Il sistema per ridurre il contenuto di umidità della miscela è quello di procedere alla aereazione effettuata con motolivellatrici, aratri a dischi, mescolatrici di terreno, rastrelli, frangizolle e le stesse macchine stabilizzatrici.

Per il costipamento potranno usarsi oltre le macchine più sopra indicate, anche, se richiesto dalla Direzione dei lavori, rulli vibranti del tipo che verrà indicato dalla Direzione dei Lavori stessa.

A sovrastruttura ultimata, dopo 48 ore, dovrà essere protetta la superficie con l'applicazione di un velo legante bituminoso dello stesso tipo usato per formare la miscela in quantità generalmente equivalente alla spalmatura di seconda mano dei trattamenti superficiali (circa 0,5 kg/cm<sup>2</sup>).

#### **Art. 60.21**

### **NORME PER LA COSTRUZIONE DI SOVRASTRUTTURE CON POZZOLANA STABILIZZATA CON CALCE IDRATA**

Per quanto concerne le modalità per la costruzione di detto tipo di sovrastrutture valgono le norme indicate all'articolo "*Norme per la Costruzione di Sovrastrutture in Terra Stabilizzata con Cemento*".

Anche per questo tipo di sovrastruttura occorrono i medesimi macchinari richiesti dal tipo di sovrastrutture di cui al suddetto articolo.

Il laboratorio da campo dovrà essere attrezzato in modo da permettere oltre alle analisi e prove previste all'articolo "*Norme per la Costruzione di Sovrastrutture in Terra Stabilizzata con Cemento*" anche le determinazioni delle caratteristiche sulle calce, secondo le norme vigenti, e precisamente:

- a) *stabilità di volume;*
- b) *finezza;*
- c) *contenuto di umidità;*
- d) *contenuto di carbonati;*
- e) *contenuto di idrati, calce e magnesio.*

L'Appaltatore è tenuto a mettere la Direzione dei Lavori in condizioni di poter eseguire eventuali altre analisi che dovesse richiedere, con specifico riguardo alle prove con apparato triassiale, presso il laboratorio centrale dell'Appaltatore o presso quel laboratorio a cui l'Appaltatore affida l'esecuzione delle analisi.

La pozzolana da usarsi dovrà essere esente da materie organiche e vegetali.

La calce idrata dovrà essere conforme alle vigenti norme per l'accettazione delle calce.

La miscela di pozzolana e calce idrata sarà nelle quantità da stabilirsi di volta in volta, in base a prove di stabilità eseguite su miscele di calce idrata e del particolare tipo di pozzolana impiegata. Le norme saranno eseguite col metodo della compressione triassiale e non verranno accettate quelle miscele per le quali la linea di involuppo dei relativi cerchi di Mohr sia sottostante a quella avente un'inclinazione di 45° sull'orizzontale ed intersecante l'asse delle ordinate nel punto corrispondente a 3 kg/cm (c = 3 kg/cm).

Dopo l'ultimazione dello strato stabilizzato, la superficie finita dovrà essere protetta con successive irrorazioni di acqua per mantenere l'umidità durante il periodo di sette giorni.

Durante questo periodo lo strato stabilizzato non dovrà essere disturbato e pertanto non potrà essere aperto al traffico di qualsiasi genere.

#### **Art. 60.22**

### **RETE A MAGLIE SALDATE IN ACCIAIO PER ARMATURE DI FONDAZIONI O PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

A 5 cm dal piano finito della pavimentazione o fondazione del conglomerato cementizio, sarà fornita e posta in opera una rete metallica avente le caratteristiche appresso indicate.

Lo spessore dei singoli fili nonché le dimensioni delle maglie verranno fissate dalla Direzione dei Lavori. Per la dimensione delle maglie, le quali potranno essere quadrate o rettangolari, si fissano i limiti da 75 mm a 300 mm.

La rete sarà costituita da barre di acciaio ad alta resistenza conformi ai punti 11.3.1 e 11.3.2 del D.M. 17 gennaio 2018.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive dovranno essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

La rete verrà contabilizzata e liquidata in base al peso effettivo del materiale impiegato. Nel prezzo relativo di elenco sono compresi tutti gli oneri di fornitura del materiale, l'esecuzione della rete, la sua posa in opera, ganci, trasporti, sfridi e tutto quanto altro occorra.

#### **Art. 60.23**

### **PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLE MASSICCIATE CILINDRATE**

L'applicazione sulla superficie delle massicciate cilindrate di qualsiasi rivestimento, a base di leganti bituminosi, catramosi od asfaltici, richiede che tale superficie risulti rigorosamente pulita, e cioè scevra in modo assoluto di polvere e fango, in modo da mostrare a nudo il mosaico dei pezzi di pietrisco.

Ove quindi la ripulitura della superficie della massicciata non sia già stata conseguita attraverso un accurato preventivo lavaggio del materiale costituente lo strato superiore, da eseguirsi immediatamente prima dello spandimento e della compressione meccanica, la pulitura si potrà iniziare con scopatrici meccaniche, cui farà seguito la scopatura a mano con lunghe scope flessibili. L'eliminazione dell'ultima polvere si dovrà fare di norma con acqua sotto pressione, salvo che la Direzione dei Lavori consenta l'uso di soffiatrici che eliminino la polvere dagli interstizi della massicciata.

Sarà di norma prescritto il lavaggio quando, in relazione al tipo speciale di trattamento stabilito per la massicciata, il costipamento di quest'ultima superficie sia tale da escludere che essa possa essere sconvolta dall'azione del getto d'acqua sotto pressione, e si impieghino, per il trattamento superficiale, emulsioni.

Per leganti a caldo, peraltro, il lavaggio sarà consentito solo nei periodi estivi; e sarà comunque escluso quando le condizioni climatiche siano tali da non assicurare il pronto asciugamento della massicciata che possa essere richiesto dal tipo di trattamento o rivestimento da eseguire sulla massicciata medesima, in modo da tener conto della necessità di avere, per quei trattamenti a caldo con bitume o catrame che lo esigono, una massicciata perfettamente asciutta.

#### **Art. 60.24**

### **EVENTUALI DELIMITAZIONI E PROTEZIONE DEI MARGINI DEI TRATTAMENTI BITUMINOSI**

Nella prima esecuzione dei trattamenti protetti a base di leganti, quando la Direzione dei Lavori lo richieda e ciò sia contemplato nel prezzo di elenco, l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro delimitazione lungo i margini con un bordo di pietrischetto bituminato della sezione di 5 X 8 cm.

A tale scopo, prima di effettuare la pulitura della superficie della massicciata cilindrata che precede la prima applicazione di leganti, verrà, col piccone, praticato un solco longitudinale, lungo il margine della massicciata stessa, della profondità di circa 5 cm e della larghezza di circa 8 cm.

Ultimata la ripulitura ed asportati i materiali che avessero eventualmente ostruito il solco, si delimiterà con quest'ultimo, in aderenza al margine della massicciata, il vano che dovrà riempirsi con pietrischetto bituminato, mediante regoli aventi la faccia minore verticale e sufficientemente sporgenti dal suolo, i quali saranno esattamente collocati in modo da profilare nettamente il bordo interno verso l'asse stradale.

Riempito quindi il vano con pietrischetto bituminato, si procederà ad un'accurata battitura di quest'ultimo mediante sottili pestelli metallici di adatta forma, configurando nettamente la superficie superiore del cordolo all'altezza di quella della contigua massicciata.

Si procederà dopo al previsto trattamento di prima applicazione, coprendo anche la superficie del cordolo, dopo di che, con le riportate norme relative ai vari trattamenti, si provvederà allo spargimento di graniglia ed alla successiva bitumatura.

La rimozione dei regoli di contenimento del bordo non verrà fatta se prima quest'ultimo non abbia raggiunto una sufficiente consistenza tale da evitarne la deformazione.

Prima dell'esecuzione, a rinalzo del bordo verso l'esterno, verrà adoperato il materiale detritico proveniente dall'apertura del solco.

Il pietrischetto da impiegarsi per il bordo sarà preparato preferibilmente a caldo: è ammesso, peraltro, anche l'impiego di materiale preparato con emulsioni bituminose, purché la preparazione sia fatta con qualche giorno di precedenza e con le debite cure, in modo che i singoli elementi del pietrischetto risultino bene avviluppati da bitume già indurito e che la massa sia del tutto esente da materie estranee e da impurità.

#### **Art. 60.25**

### **TRATTAMENTI SUPERFICIALI DI ATTACCO ED ANCORAGGIO**

Per mano d'attacco si intende quell'applicazione di legante o emulsione bituminosa su uno strato di conglomerato eseguita prima della stesa dello strato sovrastante. Essa ha il triplice scopo di garantire la perfetta continuità tra gli strati della pavimentazione, la loro mutua adesione e l'impermeabilità della strato sottostante, aspetti che rivestono fondamentale importanza per lo sviluppo di adeguate prestazioni in esercizio.

Relativamente alla continuità tra gli strati, per rispondere adeguatamente ai carichi verticali indotti dal traffico veicolare, una pavimentazione stradale deve essere realizzata in modo da reagire alle sollecitazioni in maniera solidale, evitando che gli strati lavorino disgiunti gli uni dagli altri. È fondamentale accertarsi che gli strati siano intimamente collegati tra loro, in modo tale da reagire come un unico corpo nei confronti delle sollecitazioni esterne.

Si parla invece di mano di ancoraggio quando lo strato di supporto su cui viene stesa l'emulsione prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso è in misto granulare. La funzione principale di questa applicazione è quella di irrigidire la parte superiore dello strato non legato riempiendone i vuoti e garantendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso. Proprio perché ha una funzione di "impregnazione" dello strato sottostante, essa va realizzata con un'emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, in modo tale che abbia tempo sufficiente per penetrare tra i granuli prima della fase di presa.

In generale, l'applicazione del legante bituminoso sulla superficie di stesa può avvenire sia tramite emulsione bituminosa che con bitume spruzzato a caldo.

#### **Art. 60.26**

### **TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON EMULSIONI BITUMINOSE**

La preparazione della superficie stradale dovrà essere effettuata come prescritto dall'articolo "*Preparazione della Superficie delle Massicciate Cilindrate*".

La prima applicazione di emulsione bituminosa sarà fatta generalmente a spruzzo di pompe a piccole dimensioni da applicarsi direttamente ai recipienti, eccezionalmente a mano con spazzoloni di piassava, regolando comunque l'uniformità della stesa del legante; rinunciandosi, ormai, quasi sempre, per avere una sufficiente durata del manto, al puro trattamento superficiale semplice, ed effettuandosi, quindi, una vera e propria, sia pur limitata, semipenetrazione parziale (onde il nome di trattamento superficiale ancorato), non si dovrà mai scendere, nella prima mano, sotto 3 Kg/m<sup>2</sup> e dovranno adoperarsi emulsioni al 55% sufficientemente viscosi. Si dovrà poi sempre curare che all'atto dello spandimento sia allentata la rottura dell'emulsione perché esso spandimento risulti favorito: e quindi, ove nella stagione calda la massicciata si presentasse troppo asciutta, essa dovrà essere leggermente inumidita.

Di norma, in luogo di procedere alla stesa dell'emulsione in un sol tempo, tanto per evitare dispersione di legante nella massicciata quanto per assicurarsi che la massicciata sia stata ben cilindrata a fondo, senza che si faccia assegnamento sull'azione del legante per ovviare a difetti di frettolosa cilindatura, e soprattutto onde ottenere che già si costituisca una parte di manto di usura, si suddividerà in due successivi spandimenti la prima mano: spandendo in un primo tempo 2 kg di emulsione per metro quadrato di superficie di carreggiata e praticando subito dopo un secondo spandimento di 1kg di emulsione facendo seguire sempre ai trattamenti una leggera cilindatura. La quantità complessiva di graniglia di saturazione delle dimensioni da 10 a 15 mm per la prima stesa e di 5 mm circa per la seconda mano, salirà ad almeno 20 litri per metro quadrato per i due tempi e di ciò si terrà conto nel prezzo. Aperta la strada al traffico, dopo i due tempi, l'Appaltatore dovrà provvedere

perché per almeno otto giorni dal trattamento il materiale di copertura venga mantenuto su tutta la superficie, provvedendo se del caso ad aggiunta di pietrischetto.

Dopo otto giorni si provvederà al recupero di tutto il materiale non incorporato.

L'applicazione della seconda mano (spalmatura che costituirà il manto di usura) sarà effettuata a non meno di un mese dallo spargimento dell'emulsione del secondo tempo della prima mano, dopo aver provveduto all'occorrenza ad un'accurata rappezzatura della già fatta applicazione ed al nettamento della superficie precedentemente bitumata. Tale rappezzatura sarà preferibilmente eseguita con pietrischetto bituminato.

Il quantitativo di emulsione bituminosa da applicare sarà non minore di 1,2 kg/m<sup>2</sup> salvo maggiori quantitativi che fossero previsti nell'elenco dei prezzi.

Allo spandimento dell'emulsione seguirà - immediatamente dopo o con un certo intervallo di tempo, a seconda della natura dell'emulsione stessa - lo spargimento della graniglia (normale o pietrischetto) di saturazione della dimensione di circa 8 mm della quantità complessiva di circa un metro cubo per ogni 100 m<sup>2</sup> di carreggiata e lo spandimento sarà seguito da una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem.

Detto pietrischetto o graniglia proverrà prevalentemente da idonee rocce di natura ignea comunque aventi resistenza alla compressione non inferiore a 1500 Kg/cm<sup>2</sup>, coefficiente di frantumazione non superiore a 125 e coefficiente di qualità non inferiore a 14.

I quantitativi di emulsione bituminosa e di graniglia potranno variare all'atto esecutivo con susseguente variazione dei prezzi. È tassativamente vietato il reimpiego del materiale proveniente dalla prima mano rimasto libero che viene raccolto mediante scopatura del piano viabile prima dell'applicazione della seconda mano.

Nella pezzatura della graniglia si dovrà essere assolutamente esigenti evitando il moniglio così da avere una superficie sufficientemente scabra a lavoro finito. Lo spandimento del materiale di ricoprimento dovrà preferibilmente essere fatto con macchine che assicurino una distribuzione perfettamente uniforme.

Il quantitativo di materiale bituminoso sparso verrà controllato per confronto della capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Si compileranno comunque, secondo le disposizioni che impartirà la Direzione dei Lavori, verbali e rapportini circa i fusti giunti in cantiere, il loro peso medio accertato, il loro essere più o meno pieni, e il peso dei fusti vuoti dopo l'uso.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno campioni che saranno avviati ai laboratori per le occorrenti analisi e prove.

Indipendentemente da quanto potrà risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Appaltatore resta sempre contrattualmente obbligato a rifare tutte quelle applicazioni che dopo la loro esecuzione non abbiano dato sufficienti risultati e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segno di rammollimenti, stemperamento e si siano dimostrate soggette a facili asportazioni mettendo a nudo le sottostanti massicciate.

#### **Art. 60.27**

### **TRATTAMENTI SUPERFICIALI ANCORATI ESEGUITI CON UNA PRIMA MANO DI EMULSIONE BITUMINOSA A FREDDO E LA SECONDA CON BITUME A CALDO**

Per la preparazione della superficie stradale e per la prima applicazione di emulsione bituminosa a semipenetrazione valgono tutte le norme stabilite dall'articolo "*Trattamenti Superficiali Ancorati Eseguiti con Emulsioni Bituminose*".

La Direzione dei Lavori potrà egualmente prescrivere l'applicazione del primo quantitativo di emulsione suddividendo i 3 kg (o altra maggiore quantità che fosse prescritta) in due tempi con conseguente aumento di materiale di copertura.

L'applicazione del bitume a caldo per il trattamento superficiale sarà fatta con bitume in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> e sarà preceduta da un'accurata ripulitura del trattamento a semipenetrazione, la quale sarà fatta esclusivamente a secco e sarà integrata, se del caso, dagli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, da eseguirsi di norma con pietrischetto bitumato.

Detta applicazione sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di tempo caldo e secco. Si dovrà quindi tenere presente che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre (salvo un ottobre particolarmente caldo); che se la superficie stradale è troppo fredda ed umida non si ottiene aderenza del legante; che in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi. Condizione ideale sarebbe che la temperatura della strada raggiungesse i 40 °C.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura tra i 160 °C e 180 °C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

Il controllo della temperatura dovrà essere rigoroso per non avere, per insufficiente riscaldamento, una fluidità ovvero, per un eccessivo riscaldamento, un'alterazione del bitume che ne comprometta le qualità leganti.

L'applicazione potrà essere fatta tanto mediante spanditrici a pressione, quanto mediante spanditrici a semplice erogazione; nel qual caso l'opera di regolazione dello spandimento si compirà mediante spazzole e successivo finimento con scope a mano. In ciascun caso, il metodo di spandimento impiegato e le relative operazioni complementari dovranno essere tali da garantire la distribuzione uniforme su ogni m<sup>2</sup> del quantitativo di bitume prescritto.

La superficie della massiciata così bitumata dovrà essere subito saturata con spandimento uniforme di graniglia normale o pietrischetto scelto e pulito delle dimensioni di circa 13 mm, provenienti da rocce molto dure, prevalentemente di natura ignea, e comunque provenienti da rocce aventi resistenza non inferiore a 1500 kg/cm<sup>2</sup>, coefficiente di frantumazione non superiore a 125, avente un coefficiente di Deval non inferiore a 14. Il quantitativo da impiegarsi dovrà essere di 1,2 m<sup>3</sup> per ogni 100 m<sup>2</sup> di massiciata trattata. Allo spandimento dovrà farsi seguire subito una rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle 14 t per far penetrare detto materiale negli interstizi superficiali della massiciata trattata e comunque fissarlo nel legante ancor caldo e molle.

Il trattamento superficiale sarà nettamente delimitato lungo i margini mediante regoli come per i trattamenti di seconda mano per emulsioni.

Il controllo del materiale bituminoso si farà mediante confronto tra la capacità dei serbatoi delle macchine distributrici e l'area coperta con l'erogazione del contenuto di un serbatoio. Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni da sottoporsi alle necessarie analisi.

Verificandosi durante il periodo di garanzia e comunque fino al collaudo affioramenti di bitume sulla massiciata, l'Appaltatore provvederà, senza alcun ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da saturarlo compiutamente, curando che non avvengano modifiche di sagoma.

L'Appaltatore sarà tenuto a rinnovare a tutte sue spese durante il periodo di garanzia quelle parti di pavimentazioni che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè dessero luogo ad accertate deformazioni della sagoma stradale, ovvero a ripetute abrasioni superficiali ancor se causate dalla natura ed intensità del traffico, od a scoprimiento delle pietre.

Nelle zone di notevole altitudine nelle quali, a causa della insufficiente temperatura della strada, la graniglia non viene ad essere compiutamente rivestita dal bitume, si esegue il trattamento a caldo adoperando graniglia preventivamente oleata.

Pulita accuratamente la superficie stradale preferibilmente mediante soffiatori meccanici, il bitume di penetrazione 110 ÷ 150 previamente riscaldato alla temperatura di 180 °C viene spruzzato sulla massiciata nella quantità da 0,900 kg a 1 kg/m<sup>2</sup>; successivamente vengono distesi graniglia o pietrischetti, oleati in precedenza, nella quantità di 13 l/m<sup>2</sup> e si procede alla compressione con rullo di 8-10 tonnellate.

La graniglia dovrà essere della pezzatura di 12 mm.

La preventiva oleatura della graniglia e pietrischetto viene effettuata con olii minerali in ragione di 15 a 17 kg/m<sup>3</sup> di materiale.

#### **Art. 60.28**

### **TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON BITUME A CALDO**

Quando si voglia seguire questo trattamento, che potrà effettuarsi con due mani di bitume a caldo, si adotterà il medesimo sistema indicato nell'articolo "*Trattamenti Superficiali Ancorati Eseguiti con una Prima Mano di Emulsione Bituminosa a Freddo e la Seconda a Caldo*" per la seconda mano di bitume a caldo. Di norma si adopererà per la prima mano 1,5 kg/m<sup>2</sup> di bitume a caldo, e per la seconda mano 0,800 kg/m<sup>2</sup> con le adatte proporzioni di pietrischetto e graniglia.

#### **Art. 60.29**

### **TRATTAMENTI SUPERFICIALI A SEMIPENETRAZIONE CON CATRAME**

Le norme generali di applicazioni stabilite per i trattamenti di emulsione bituminosa, di cui ai precedenti articoli, possono di massima estendersi ad analoghi trattamenti eseguiti con catrame o con miscela di catrame e filler.

Quando si procede alla prima applicazione, allo spandimento del catrame dovrà precedere l'accuratissima pulitura a secco della superficie stradale, da farsi a mano o con spazzatrici meccaniche, o con macchine soffiatrici, in modo da liberare completamente la massiciata cilindrata da ogni sovrapposizione di detriti, polvere ed impurità di qualsiasi specie, mettendo a nudo il mosaico di pietrisco e ghiaia.

Lo spandimento del catrame dovrà eseguirsi su strada perfettamente asciutta e con tempo secco e caldo

(cioè da maggio a settembre, in genere); in caso di pioggia il lavoro deve sospendersi.

Il catrame sarà riscaldato prima dell'impiego in adatte caldaie a temperatura tale che all'atto dello spandimento esso non sia inferiore a 120 °C, e sarà poi sparso in modo uniforme mediante polverizzatori sotto pressione e poscia disteso con adatti spazzoloni in modo che non rimanga scoperto alcun tratto della massicciata.

La quantità di catrame da impiegarsi per la prima mano sarà di 1,5 kg/m<sup>2</sup> la seconda mano dovrà essere di bitume puro in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> o di emulsione bituminosa in ragione di 1,2 kg/m<sup>2</sup>.

Necessitando una variazione in più o in meno di detto quantitativo a richiesta della Direzione dei Lavori, la variazione di prezzo sarà fatta con aumento o detrazione in base al prezzo unitario stabilito in elenco.

Per le strade già aperte al traffico lo spandimento si effettuerà su metà strada per volta e per lunghezze da 50 a 100 metri, delimitando i margini della zona catramata con apposita recinzione, in modo da evitare che i veicoli transitino sul catrame di fresco spandimento.

Trascorse dalle 3 alle 5 ore dallo spandimento, a seconda delle condizioni di temperatura ambiente, si spargerà in modo uniforme sulla superficie catramata uno strato di graniglia in elementi di dimensioni di circa 8 mm ed in misura di 1 m<sup>3</sup> per ogni quintale circa di catrame facendo seguire alcuni passaggi da prima con rullo leggero e completando poi il lavoro di costipamento con rulli di medio tonnellaggio non superiore alle 14 t.

Per il controllo sia della quantità che della qualità di catrame sparso si seguiranno le norme precedentemente descritte.

### **Art. 60.30** **TRATTAMENTI SUPERFICIALI A FREDDO** **CON POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA E MISCELA PREVENTIVA POLVERULENTA** **PER APPLICAZIONE SU NUOVE MASSICCIATE**

In linea generale le operazioni da seguire saranno le seguenti:

1. preparazione del piano viabile;
2. oleatura del piano viabile e del pietrischetto;
3. formazione del manto di copertura con trattamento ad elementi miscelati;
4. stesa e rullatura del manto.

Salvo il caso nel quale si abbiano strade ad elevatissimo traffico che necessitino di un particolare manto di usura per il quale si impiegheranno 20 kg di polvere di roccia asphaltica a m<sup>2</sup>, il manto sarà costituito da uno strato di 15 kg di polvere di roccia asphaltica e di pietrischetto opportunamente trattato con olii da porre in opera con le modalità di esecuzione che seguono. Il pietrischetto dovrà provenire da rocce aventi una resistenza media alla compressione di almeno 1500 kg/cm<sup>2</sup> e coefficiente di frantumazione non superiore a 125, coefficiente di Dèval non minore di 14, e dovrà essere di qualità uniforme, pulito, ad elementi poliedrici.

Per la preparazione del piano viabile, dovrà preliminarmente procedersi ad un'accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della massicciata cilindrata esistente, adoperando scope e spazzoloni metallici e, ove occorra, integrando tale pulitura meccanica con un adeguato lavaggio a getto d'acqua radente a pressione del piano viabile onde liberarlo da eventuali incrostazioni fangose od argillose, ed ottenere gli elementi di mosaico con interstizi totalmente scarniti e profondi circa 1 cm. Qualora si avessero parti ammalorate od in via di disgregazione od instabili, si procederà alla loro riparazione, preferibilmente mediante conglomerati bituminosi del tipo aperto.

Quanto all'oleatura del piano viabile e del pietrischetto, dopo aver lasciato asciugare la superficie della massicciata pulita, si provvederà alla sua oleatura per l'ammarraggio del manto.

L'oleatura sarà eseguita con spruzzatori meccanici capaci di suddividere finemente il legante e distenderlo in modo uniforme e continuo. Per meglio assicurare detta uniformità e quindi l'attacco al manto preesistente, si dovrà, se del caso, ripassare la spruzzatura con spazzoloni a mano.

Per il trattamento dovrà impiegarsi un quantitativo di olio da 0,250 a 0,300 litri per m<sup>2</sup> di piano viabile, ricorrendo al valore più basso della massicciata costituita da elementi poco assorbenti e tersi.

Per le polveri di origine siciliana o nelle stagioni fredde o nelle pavimentazioni di più difficile attacco, si impiegherà olio avente le seguenti caratteristiche:

- a) viscosità Engler a 25 °C: da 3 a 6;
- b) distillato sino a 200 °C: da 2 a 5 in peso;
- c) residuo a 360 °C: almeno 30% in peso.

Per le polveri abruzzesi e nelle stagioni calde o anche nelle stagioni fredde quando siano previamente riscaldato a circa 50 °C, si impiegheranno olii aventi le seguenti caratteristiche:

- a) viscosità Engler a 50°C: da 4 a 8;
- b) distillato fino a 230 °C: almeno il 15% in peso;
- c) residuo a 360 °C: almeno il 40% in peso;

d) punto di rammollimento del residuo (palla e anello): non meno di 45 °C.

L'oleatura del pietrischetto verrà eseguita a freddo, mediante un'adatta impastatrice ovvero a mano, impiegando da 25 a 30 litri di olio per m<sup>3</sup> di aggregato e adoperando, entro tali limiti, il quantitativo maggiore se il pietrischetto è di pezzatura più piccola.

Il pietrischetto all'atto dell'oleatura dovrà essere perfettamente asciutto. Quando sia umido potrà essere egualmente consentito di eseguire il trattamento purché si aggiunga all'olio un adatto correttivo ed in ogni m<sup>3</sup> di aggregato, prima dell'oleatura, vengano rimescolati da 20 a 30 kg di sostanze basiche quali ad esempio la calce idrata.

Per la formazione del manto di usura, trattandosi di nuovo impianto, si preferirà il sistema ad elementi miscelati. A tal uopo, contemporaneamente alla predetta oleatura del piano viabile ed a quella del pietrischetto, si procederà separatamente alla disintegrazione della polvere di roccia asfaltica con adatto apparecchio meccanico. Tale disintegrazione, che precederà immediatamente l'impiego, dovrà restituire alla polvere la sua completa scioltezza eliminando ogni gruppo di dimensioni superiori a 5 mm.

Approntati separatamente la polvere ed il pietrischetto oleato, la miscela della polvere di roccia asfaltica con il pietrischetto oleato verrà preferibilmente eseguita con la stessa impastatrice impiegata per l'oleatura del pietrischetto, introducendo in essa, di volta in volta, dopo avvenuto l'impasto del pietrischetto con olio, il quantitativo di polvere stabilito, e protraendo la mescolazione sino ad ottenere una miscela uniforme e regolare tra pietrischetto oleato e polvere.

Come già il pietrischetto, anche la polvere prima della miscela dovrà essere perfettamente asciutta, salvo che si adottino olii opportunamente corretti e si attuino eventuali particolari aggiunte di sostanze basiche, in modo da assicurare l'adesione tra legante e pietra in presenza d'acqua.

La miscela dovrà essere eseguita come segue:

pietrischetto oleato da 10 a 20 mm: da 40 al 50% in peso;

polvere di roccia asfaltica: dal 50 al 60% in peso.

Si dovranno, pertanto, impiegare non meno di 30 kg di miscela per m<sup>2</sup> di manto, purché sempre il quantitativo minimo di polvere di roccia asfaltica sia di 15 kg/m<sup>2</sup>.

All'avvicinamento ed alla stesa della miscela si provvederà con carriere o con apparecchi distributori meccanici. Nel primo caso dovrà essere regolata con spatole di legno.

Il consolidamento del manto disteso e l'ancoraggio di esso al capostrada saranno ottenuti con energica cilindatura mediante rullo compressore del peso non inferiore a 10 t. Essa avrà inizio non appena ultimata la distesa del manto e verrà continuata sino a che il manto non risulti sufficientemente serrato e legato.

Il manto deve risultare uniforme e regolare in tutta la superficie e tale da eliminare, ove vi fossero, eventuali ondulazioni della preesistente massicciata.

Appena ultimata la rullatura, il manto potrà essere aperto al traffico. Esso dovrà risultare tanto consolidato da non subire asportazioni e perdite sensibili di materiali per effetto del traffico.

Dopo qualche tempo accentuandosi il consolidamento per effetto del traffico stesso, il manto dovrà presentarsi con aspetto uniforme, con regolare affioramento del pietrischetto su tutta la superficie e decisa scabrosità, ma con tutti gli elementi litici sicuramente ammarrati e fissati.

Per controllare che i materiali impiegati abbiano la qualità e le caratteristiche prescritte si preleveranno in contraddittorio prima, durante il corso dei lavori, campioni che saranno rimessi ad idonei laboratori. I setacci per la finezza delle polveri saranno quelli A.S.T.M. della serie normale Americana U.S. Per l'aggregato si useranno i crivelli con fori tondi corrispondenti alle dimensioni prescritte.

All'atto del collaudo lo spessore medio del manto di usura non dovrà risultare inferiore a 12 mm, restando in facoltà della Stazione Appaltante di rifiutare il collaudo se i rifacimenti effettuati dall'Impresa nel periodo di gratuita manutenzione superassero il quinto della superficie totale. Il manto dovrà risultare in buono stato di manutenzione, senza rotture, segni di sgretolamento, distacchi od altri ammaloramenti, e senza fessurazioni che non appaiano collegate a rotture della pavimentazione sottostante.

#### **Art. 60.31**

### **TRATTAMENTI SUPERFICIALI IN POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA AD ELEMENTI SEPARATI, APPLICATI SU PRECEDENTI TRATTAMENTI BITUMINOSI**

Quando, per ottenere un maggiore ancoraggio del manto di usura, si preferisca sottoporre la massicciata nuova ad un precedente trattamento bituminoso, ovvero si debba riprendere una preesistente degradata pavimentazione bituminosa, si adopererà un minor quantitativo di polvere di roccia asfaltica e si procederà alla formazione del manto di usura mediante trattamento ad elementi separati.

Di norma, trattandosi di massicciate nuove, si provvederà alla prima mano di semipenetrazione con 2,5 kg/m<sup>2</sup> di emulsione bituminosa al 55% e per il manto di usura si impiegheranno 10 kg di polvere di roccia asfaltica.

Ferme restando le operazioni di cui al precedente articolo per la preparazione del piano viabile e per l'oleatura dello stesso e del pietrischetto e disintegrazione della polvere, il quantitativo di olio da adoperarsi si ridurrà, per l'oleatura del piano viabile, a 0,150-200 kg/m<sup>2</sup> impiegando il minimo quando il precedente trattamento bituminoso non sia stato asportato.

Provveduto all'oleatura del piano viabile, si procederà alla stesa della polvere di roccia asfaltica non prima di mezz'ora, in modo che l'olio possa esercitare attivamente la sua azione solvente sul legante del vecchio manto. Nella stesa generale si accantonerà un quantitativo di polvere compreso tra il 5 ed il 10% del peso totale di essa, il quale verrà steso in un secondo tempo alla fine della cilindratura, per assicurare una sufficiente chiusura in superficie (sigillo).

Per il controllo dei quantitativi unitari di polvere effettivamente stesi, ove per l'avvicinamento si impieghino carriole, queste dovranno avere forma tale da prestarsi ad una sicura misura volumetrica del materiale. Dal rapporto tra il volume della polvere di mano in mano impiegata e la superficie corrispondente coperta, si desumeranno i quantitativi unitari stesi.

Non appena lo strato di polvere abbia estensione tale da consentire una lavorazione regolare, si provvederà alla stesa del pietrischetto di dimensioni da 10 a 20 mm, usando pietrischetto di roccia durissima con resistenza alla compressione di 1500 kg/cm<sup>2</sup> preventivamente oleato a freddo, preferibilmente con adatta impastatrice, impiegando da 25 a 30 kg di olio per m<sup>3</sup> di aggregato.

Tale pietrischetto, prima dell'oleatura, deve essere totalmente asciutto salvo l'uso degli accorgimenti di cui all'articolo "*Trattamenti Superficiali a Freddo per Applicazione su Nuove Massicciate*".

All'avvicinamento ed alla stesa del pietrischetto oleato si provvederà mediante trasporto con carriole e successivo spandimento con badili a spaglio o con apparecchi distributori meccanici. La massima cura dovrà essere posta perché il pietrischetto risulti distribuito nel modo più regolare ed uniforme possibile, così da costituire un mosaico ben serrato e senza elementi sovrapposti, il che è assolutamente necessario per la buona riuscita del lavoro.

Il quantitativo di graniglia da usarsi per il manto di 10 kg di polvere di roccia di asfalto sarà da 8 a 10 l/m<sup>2</sup>. Esso avrà le stesse caratteristiche di quello di cui all'articolo "*Trattamenti Superficiali a Freddo per Applicazione su Nuove Massicciate*".

La fusione ed il consolidamento dei due strati sovrapposti (l'inferiore di polvere di roccia asfaltica, il superiore di pietrischetto oleato) saranno ottenuti mediante un'energica cilindratura con rullo di peso di almeno 10 tonnellate.

La cilindratura verrà iniziata non appena sia avvenuta la stesa del pietrischetto oleato per un'estensione sufficiente ad assicurare una regolare lavorazione, e sarà continuata fino a che il manto risulti sufficientemente serrato e legato, con i singoli elementi bene fermi ed al sicuro da strappamenti da parte delle ruote dei veicoli.

Nell'ultima fase della cilindratura si spargerà sul manto la porzione di polvere accantonata durante la stesa generale della polvere stessa, in modo da favorire e facilitare la chiusura del mosaico superficiale e sopperire ad eventuali deficienze locali di polvere.

Quest'ultimo spolvero di sigillo sarà regolato con l'impiego di scope. L'aggiunta di polvere dovrà però essere tale da non coprire totalmente il pietrischetto, per evitare il pericolo che il pietrischetto stesso rimanga sepolto nella massa asfaltica e la superficie del manto risulti conseguentemente liscia.

Appena ultimata la rullatura, potrà aprirsi la strada al traffico. Come nel caso precedente, il manto dovrà risultare tanto consolidato da non subire asportazioni e perdite sensibili di materiale per effetto del traffico. Nei primi tempi di apertura, l'Appaltatore dovrà aver cura di riportare sempre al centro della strada il materiale che, eventualmente non bene penetrato nel manto, possa essere scacciato dal traffico ai lati della carreggiata, procedendo a tale operazione a mezzo di scope morbide cercando soprattutto di coprire le zone non bene essiccate.

Circa l'aspetto del manto dopo l'avvenuto effettivo consolidamento, il controllo dei quantitativi, la gratuita manutenzione sino al collaudo, nonché lo stato del manto all'epoca del collaudo, valgono le disposizioni di cui al precedente articolo. Peraltro lo spessore medio del manto di usura all'atto del collaudo dovrà risultare non inferiore a 7 mm.

### **Art. 60.32 TRATTAMENTO SUPERFICIALE CON MISCELA FLUIDA DI POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA**

La miscela fluida di polvere di roccia asfaltica, normalmente applicata a caldo e prevalentemente per la manutenzione di trattamenti superficiali induriti, ai quali l'olio ridona plasticità, può anche essere usata per trattamenti di prima mano su massicciate piuttosto chiuse.

In questi trattamenti la polvere asfaltica viene mescolata con olio del secondo tipo indicato all'articolo "*Trattamenti Superficiali a Freddo per Applicazione su Nuove Massicciate*", ovvero con leganti provenienti da

rocce asfaltiche o scisti bituminosi o dai grezzi di petrolio, o dei catrami, aventi determinate caratteristiche in proporzioni tali da fare miscela fluida con polvere asfaltica, mediante una parte in peso di legante con 2,5 a 3,5 parti di polvere asfaltica; la miscela fluida viene preferibilmente stesa nelle strade a caldo, in quantità di circa 3 kg di miscela per m<sup>2</sup> per la prima mano, e poi subito saturata con graniglia o ghiaino della pezzatura da 8 a 15 mm in ragione da 10 a 13 litri per m<sup>2</sup> ed il manto viene cilindrato con rullo a motore da 8 a 10 tonnellate.

Con tale sistema si prescinde sia dall'umettamento preliminare della superficie carrabile, sia dall'oleatura della graniglia.

Quando la miscela sia formata con leganti bituminosi o catramosi per la stesa, si adopereranno apposite macchine mescolatrici e spruzzatrici ad aria compressa.

La miscela dovrà essere sparsa ad una temperatura compresa fra 120 °C e 130 °C, se si adopereranno leganti bituminosi o catramosi, e fra 70 °C e 80 °C, se si useranno olii del secondo tipo indicato all'articolo " *Trattamenti Superficiali a Freddo per Applicazione su Nuove Massicciate*". Per applicazioni di seconda mano si impiegheranno circa 2 kg di miscela per m<sup>2</sup>.

In caso di impiego di leganti bituminosi o catramosi la strada può essere aperta al traffico non appena ultimata la rullatura. Impiegando olii del secondo tipo indicato all'articolo " *Trattamenti Superficiali a Freddo per Applicazioni su Nuove Massicciate*", conviene attendere 12 ore almeno.

### **Art. 60.33**

## **STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA**

### **Descrizione**

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo CNR, fascicolo IV/1953, mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e metallici lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle presenti prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione dei Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Appaltatore il rifacimento degli strati non ritenuti idonei.

### **Materiali inerti**

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta con il metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n° 34 (28.03.1973) anziché con il metodo Deval.

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

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

#### **Per strati di collegamento**

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le Norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.80;
- coefficiente di imbibizione, secondo CNR, fascicolo IV/1953, inferiore a 0.015;
- materiale non idrofilo, secondo CNR, fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi o invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0.5%.

#### **Per strati di usura**

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguito sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza all'usura minima di 0.6;
- 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 fino sarà costituito in ogni caso da sabbia naturale o di frantumazione che dovranno in particolare soddisfare ai seguenti requisiti:

- equivalente in sabbia determinato con la prova AASHO T 176 non inferiore al 55%;
- 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.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere 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.

Per lo strato di usura, richiesta della Direzione dei Lavori il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica 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 dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### **Legante**

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60-70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

### **Miscela**

#### *1) Strato di collegamento (BINDER).*

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

<b>Serie crivelli e setacci UNI</b>	<b>Miscela passante: % totale in peso</b>
Crivello 25	100
Crivello 15	65 - 100
Crivello 10	50 - 80
Crivello 5	30 - 60
Crivello 2	20 - 45
Crivello 0.4	7 - 25
Crivello 0.18	5 - 15
Crivello 0.075	4 - 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5% e il 5.5% riferito al peso totale degli aggregati.

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati ([UNI EN 12697-34](#)).

Il conglomerato bituminoso dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 900 kg. (950 kg. per conglomerati Confezionati con bitume mod.); inoltre il valore della rigidità Marshall cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra il 3% ed il 7%.

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.

Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi di usura che per quelli tipo Binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

#### *2) Strato di usura.*

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

<b>Serie crivelli e setacci UNI</b>	<b>Miscela passante: % totale in peso</b>
Crivello 15	100
Crivello 10	70 - 100
Crivello 5	43 - 67
Crivello 2	25 - 45
Crivello 0.4	12 - 24
Crivello 0018	7 - 15
Crivello 0.075	6 - 11

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 5.0% e il 6.5% 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 consente il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportata ([UNI EN 12697-34](#)).

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) 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 B.U. CNR n. 30 (15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà non risultare inferiore a 1000 kg. (1050 kg. per conglomerato confezionato con bitume mod.); inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa tra il 3% e il 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;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;  
c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;  
d) grande compattezza:

il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso tra il 4% e 8%.

### **Formazione e confezione degli impasti**

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 essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati; resta pertanto escluso l'uso dell'impianto a scarico diretto.

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

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

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

La zona destinata all'ammannimento degli inerti sarà preventivamente, e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che 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 miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 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 dei Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato e alle indicazioni tecniche del fornitore.

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

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

### **Attivanti l'adesione**

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume-aggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti di produzione, è tanto distante da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate avrà dato i migliori risultati, e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio sarà variabile in funzione del tipo di prodotto tra lo 0.3% e lo 0.6% rispetto al peso del bitume.

Tutte le scelte e le procedure di utilizzo dovranno essere approvate preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

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

## **Art. 60.34 COMPATTAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI**

La compattazione è il trattamento necessario per ridurre il contenuto di vuoti nella miscela di conglomerato bituminoso e conferire migliori capacità portanti al manto stradale. L'adesione tra strisciate contigue e tra strati adiacenti deve creare una struttura compatta senza soluzione di continuità, una migliore distribuzione dei carichi e un incremento della vita utile della strada.

Il grado di compattazione a cui rendere soggetto un conglomerato bituminoso dipende dalla sua compattabilità ai sensi della norma [UNI EN 12697-10](#), o proprietà quali:

- tipo di miscela;
- temperatura della miscela;
- curva granulometrica;
- tipo e quantità di legante;
- condizioni meteo-climatiche durante la posa (es. temperatura, vento);
- spessore dello strato.

La compattazione potrà essere **statica** (se avviene esercitando sullo strato il solo peso proprio del rullo - forza verticale) o **dinamica** (se avviene con masse eccentriche che sfruttano vibrazioni e/o oscillazioni con impulsi verticali e orizzontali. La categoria di rulli dinamici più frequentemente utilizzata è quella che opera tramite vibrazioni).

L'ampiezza è la misura dello spostamento del tamburo del rullo vibrante/oscillante dalla posizione iniziale, durante la compattazione. In caso di rulli a vibrazione, il tamburo si sposta verso l'alto e verso il basso. In caso di rullo ad oscillazione, l'ampiezza indica di quanto si sposta il tamburo avanti e indietro.

In linea generale l'ampiezza necessaria è direttamente proporzionale allo spessore dello strato da compattare, per evitare fenomeni di sovracompattazione che possono ridurre anziché aumentare l'addensamento dello strato.

### *Regole di base per la compattazione e stesa dei conglomerati bituminosi*

La preparazione e l'esecuzione della compattazione con il rullo deve essere sempre considerata in rapporto al tipo di miscela, alle condizioni del cantiere ed alle condizioni meteorologiche.

Il numero necessario di passate dipende dai seguenti fattori:

- tipo e peso dei rulli;
- velocità del rullo;
- spessore di stesa;
- temperatura della miscela/condizioni atmosferiche;

- compattabilità della miscela;
- pre-compattazione tramite vibrofinitrice;
- stabilità del sottofondo.

Non è possibile fornire un dato numerico assoluto relativo al numero di passate senza conoscere questi parametri.

La velocità tipica del rullo per tutti i tipi di conglomerato bituminoso è compresa tra i 3 e i 6 km/h. In caso di velocità troppo elevata vi è il rischio di formazione di ondulazioni, specialmente utilizzando la vibrazione (effetto corrugato). Viceversa, in caso di velocità troppo bassa vi è un elevato rischio di formazione di ondulazioni a causa del movimento dello sterzo e di deformazione durante la compattazione per vibrazione.

La temperatura ideale per la compattazione del conglomerato è compresa tra 100 e 140 °C.

In questo range la maggior parte delle miscele bituminose può essere compattata tramite vibrazione e oscillazione. A temperature più elevate, essendo il materiale più molle e lavorabile si potrà utilizzare la compattazione dinamica con cautela, per evitare spostamento o segregazione del materiale. Pertanto, in certe circostanze (es. con conglomerato bituminoso avente bassa stabilità) e in presenza di temperature superiori a 140°C potrà essere imposta l'esecuzione della compattazione in modo statico. Viceversa, a temperature inferiori a 100°C (quando il materiale risulta molto viscoso e meno lavorabile), la compattazione potrà essere imposta solo per oscillazione o in modo statico, per evitare la frantumazione degli aggregati.

È comunque sempre raccomandabile che la compattazione sia completata a temperature comprese tra 80 e 100 °C.

In proposito, l'appaltatore dovrà osservare scrupolosamente le eventuali indicazioni di progetto e/o della Direzione lavori.

#### Modalità di compattazione in funzione dello strato di conglomerato

	Base	Binder	Usura	Drenante	Microtappeto
Rullo	Rulli pesanti	Rulli medi	Rulli medi	Rulli leggeri e medi	Rulli medi
Ampiezza	Iniziare con ampiezza elevata	Ampiezza elevata	Bassa ampiezza	Bassa ampiezza	Nessuna
Passate	n. da medio a elevato di passate	n. medio di passate	n. medio di passate	n. medio-basso di passate	n. basso di passate
Compattazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Vibrazione e oscillazione	Statica o vibrazione	Solo per oscillazione o statica
Note particolari	In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Materiale sensibile allo spostamento. Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente nelle prime due passate.	Evitare basse velocità. Evitare temperature eccessive. In caso di conglomerato a bassa stabilità, compattare staticamente le prime due passate.	Evitare temperature eccessive, per evitare il trascinamento del bitume verso l'alto. Solo un basso numero di passate con vibrazione.	Usando la vibrazione, si formerebbero ondulazioni. Oscillazione in una sola direzione (verso la vibrofinitrice).

#### Art. 60.35

#### STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DRENANTE - FONOASSORBENTE

Lo strato di usura drenante e/o fonoassorbente è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, poca sabbia e filler, impastato a caldo con bitume modificato. Avrà come finalità la maggiore aderenza in caso di pioggia e l'abbattimento del rumore prodotto dal rotolamento del pneumatico sulla strada.

#### Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà

effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo C.N.R. B.U n. 93 (11-7-1983). L'aggregato grosso dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

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

- il materiale deve provenire da frantumazione di rocce silicee eruttivo magmatiche;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34/1973), inferiore od uguale al 18%;
- coefficiente di levigabilità accelerata (C.N.R. 140), maggiore di 0,40;
- coefficiente di forma maggiore di 0,15;
- coefficiente di appiattimento (AFNOR P 18-561) per ogni classe di aggregati, minore di 10;
- coefficiente di imbibizione (C.N.R. 4/1953), inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R. 4/1953), con limitazione per la perdita in peso allo 0,7%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbie di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953 ed in particolare:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27/1972), maggiore di 70.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare alla setacciatura per via secca per il 100% al setaccio n. 40 ASTM, per almeno il 90% al setaccio n. 80 ASTM e per almeno il 70% al setaccio n. 200 ASTM. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### Miscele

Conglomerato bituminoso di tipo drenante per strati di usura sarà costituito da una miscela di pietrischetti frantumati di 1' Cat. (coeff. Levigabilità CLA > 0.44; perdita Los Angeles-CNR.BU.34/73 < 20%); sabbie granite (equivalente in sabbia sulla miscela CNR.BU.27/72 > 70) e bitume di tipo "E" od "F" in quantità tra il 5 ed il 6% del peso degli aggregati. Il conglomerato potrà disporsi lungo fusi differenziati con passante totale dal crivello 20 al 10 a seconda delle caratteristiche di drenabilità desiderate, secondo le prescrizioni di contratto e della Direzione dei Lavori. Di massima il fuso ad eccellente drenaggio avrà percentuale di vuoti dal 16 al 18%, mentre gli altri fusi dal 14 al 16%. La stabilità Marshall (prova CNR.BU30/73) sarà non inferiore a 500 kg per il conglomerato a massima permeabilità e 600 per quelli a maggiore resistenza.

Il valore della rigidità Marshall (rapporto tra la stabilità in kg e lo scorrimento in mm) dovrà essere > 200 per il fuso a massima permeabilità e 250 per gli altri.

La resistenza a trazione indiretta dovrà essere compresa tra 0,7 a 1,1 N/mm<sup>2</sup> a 10 °C e tra 0,12 e 0,2 N/mm<sup>2</sup> a 40 °C; il coefficiente di trazione indiretta sarà corrispondentemente > 55 e > 12 N/mm<sup>2</sup>.

La stesa in opera avrà le stesse norme dei conglomerati tradizionali, salvo temperatura di costipamento che sarà compresa tra 140 e 150 °C. A compattamento effettuato la capacità drenante, controllata con permeametro a colonna d'acqua da 250 mm su area di 154 cm<sup>2</sup> e spessore di pavimentazione tra 4 e 5 cm, dovrà essere maggiore di 12 dmc/min per il fuso a massima capacità drenante ed 8 dmc per gli altri.

### Controllo della fonoassorbenza

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di verificare la fonoassorbenza della pavimentazione mediante il controllo di miscele con il metodo a onde stazionarie, utilizzando un'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt"; la verifica sarà effettuata su carote di 100 mm di diametro prelevate in sito dopo cinque mesi dalla stesa del conglomerato.

In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "a", in funzione della frequenza, in condizioni di incidenza normale dovrà essere maggiore dei valori riportati nella tabella.

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fono-assorbimento (a)
400 - 630	> 0.15
800 - 1600	> 0.30
2000 - 2500	> 0.15

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

### Art. 60.36

## STRATO DI USURA CON GRANULATO DI CONGLOMERATO BITUMINOSO (FRESATO)

Lo strato di usura composto da granulato (o fresato) di conglomerato bituminoso è costituito da una miscela di materiali originati da un'attività di demolizione o fresatura del manto stradale asfaltato.

Tale attività, disciplinata dal d.m. 69/2018 in attuazione dell'articolo 184-ter del d.lgs. 152/2006, è consentita nei limiti previsti dalle citate norme.

In particolare il conglomerato bituminoso cesserà di essere qualificato come rifiuto (per tale intendendosi il rifiuto costituito dalla miscela di inerti e leganti bituminosi identificata con il codice CER 17.03.02) qualora soddisfi tutti i seguenti criteri:

- a) è utilizzabile per gli scopi specifici di cui alla parte a) dell'Allegato 1 del dm 69/2018;
- b) risponde agli standard previsti dalle norme [UNI EN 13108-8](#) (serie da 1-7) o [UNI EN 13242](#) in funzione dello scopo specifico previsto;
- c) risulta conforme alle specifiche di cui alla parte b) dell'Allegato 1.

In tal caso potrà essere riutilizzato come componente:

- per le miscele bituminose prodotte con un sistema di miscelazione a caldo nel rispetto della norma UNI EN 13108 (serie da 1-7);
- per le miscele bituminose prodotte con un sistema di miscelazione a freddo;
- per la produzione di aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego nella costruzione di strade, in conformità alla norma armonizzata UNI EN 13242, ad esclusione dei recuperi ambientali.

### Art. 60.37

## TAPPETO D'USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO COLORATO

### Descrizione

Un conglomerato bituminoso, confezionato con un legante neutro, permette di ottenere una pavimentazione avente un aspetto naturale ed architettonico, un elevato valore ambientale (strade urbane, zone pedonali, marciapiedi, strade private, piste ciclabili, parcheggi, campi sportivi ecc.), migliorando la sicurezza del traffico in zone a rischio (aree di sosta, incroci, corsie di emergenza, ecc.) e la visibilità della superficie stradale (gallerie, ecc.).

### Aggregati

L'aggregato grosso, con dimensioni (frazione > 4mm) 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 petrografia diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella seguente tabella:

Prova	Valore	Norma
Coefficiente Los Angeles	≤ 24 %	CNR 34/73
Quantità di frantumato	100 %	\

Gli inerti dovranno essere di provenienza o natura petrografia tale da garantire le colorazioni richieste in fase di progetto.

La percentuale delle sabbie derivanti da frantumazione, che costituiscono parte dell'aggregato fino (frazione < 4mm), viene di volta in volta stabilita dalla Direzione dei Lavori. Non deve comunque essere inferiore al 70%. La restante parte è costituita da sabbie naturali di fiume.

Prova	Valore	Norma
Equivalentente in sabbia	≥ 65 %	CNR 27/72

### Additivo minerale

Qualora l'additivo minerale, proveniente dagli aggregati utilizzati per comporre la miscela di aggregati, dovrà essere integrato con dell'additivo derivante dalla macinazione di rocce e deve essere preferibilmente costituito da cemento o carbonato di calcio. L'additivo di integrazione dovrà soddisfare le seguenti specifiche.

<b>Prova</b>	<b>Valore</b>	<b>Norma</b>
Potere rigidificante - rapporto	1,2 ÷ 1,8	CNR 122/88
Passante in peso per via		
Setaccio UNI 0.4 mm	100 %	CNR 75/80 *
Setaccio UNI 0.18 mm	100 %	CNR 75/80 *
Setaccio UNI 0.075 mm	85 %	CNR 75/80 *

### **Legante**

Come legante, dovrà essere utilizzato un legante neutro. La quantità di legante sul peso totale degli inerti, dovrà essere compreso tra il 5% ÷ 6 % ± 0,25, in relazione alla curva granulometrica utilizzata.

Il legante è composto da due fasi, una solida ed una liquida. La fase solida va aggiunta per prima e richiede almeno 20 sec. di miscelazione con gli inerti caldi, dopodiché si aggiunge la fase liquida e si lascia miscelare per non meno di 20 sec.

<b>Prova</b>	<b>Valore</b>	<b>Norma</b>
Specifiche tecniche	Standard	Valori
Penetrazione a 25 °C	ASTM D 5	55 - 75
Punto di rammollimento °C	ASTM D 36	55 - 65
Punto Fraa °C	EN 12593	≤ - 12
Viscosità dinamica a 160 °C	EN 13702-2	0,20 - 0,60

### **Miscela**

La miscela di aggregati lapidei dovrà presentare salvo differente richiesta della Direzioni dei Lavori, una composizione granulometrica compresa all'interno dei due fusi di riferimento indicati nella seguente tabella:

<b>STRATO DI USURA LEGANTE NEUTRO</b>	
<i>Serie crivelli e setacci UNI</i>	<i>% Passante</i>
Setaccio 15	100
Setaccio 10	70 - 90
Setaccio 5	40 - 60
Setaccio 2	25 - 38
Setaccio 0.4	10 - 20
Setaccio 0.18	8 - 15
Setaccio 0.075	6 - 10

Il conglomerato confezionato dovrà garantire i seguenti requisiti:

<b>Prova</b>	<b>Valore</b>	<b>Norma</b>
Stabilità Marshall	≥ 900 daN	CNR 30/73
Stabilità Marshall Stabilità/Scorrimento	≥ 300	CNR 30/73
Scorrimento Marshall	2mm. ÷ 5	CNR 30/73
Vuoti residui	3% ÷ 6 %	CNR 39/73
Stabilità Marshall dopo 7 gg. di immersione in acqua	≥ 75%*	CNR 149/92

\* il valore deve essere inteso rispetto la prova Marshall tradizionale

## **Confezionamento dei conglomerati bituminosi**

Devono essere utilizzati impianti fissi, automatizzati e di tipo discontinuo, approvati dalla Direzione dei Lavori, d'idonee caratteristiche, mantenuti perfettamente funzionanti con una costante e mirata manutenzione.

L'impianto deve essere di potenzialità produttiva proporzionata alle esigenze di produzione, deve inoltre garantire uniformità del prodotto ed essere in grado di produrre miscele rispondenti alle specifiche del progetto. L'Appaltatore dovrà avere un approvvigionamento costante e monitorato di tutti i materiali necessari.

La temperatura di stoccaggio degli aggregati lapidei al momento della miscelazione deve essere garantita (compresa tra i 130°C e i 150°C). Dopo che è avvenuto lo scarico degli aggregati nel mescolatore, dovrà essere aggiunto il legante neutro.

L'immissione del legante neutro deve avvenire mediante dispositivi meccanici servo assistiti collegati all'impianto di produzione, in modo tale da garantire con precisione la quantità prevista, anche in presenza di variazioni della quantità della miscela prodotta. Qualora non fosse possibile disporre l'impianto di un sistema automatizzato, sarà possibile aggiungere il legante manualmente attraverso lo sportello del mescolatore all'impianto, solo dopo approvazione da parte della Direzione dei Lavori.

La produzione del conglomerato bituminoso neutro dovrà avvenire rispettando lo schema seguente:

1. scarico degli inerti nel mescolatore,
2. aggiunta della quantità prestabilita di legante neutro (fase solida),
3. lasciare mescolare per non meno di 20",
4. aggiunta della quantità prestabilita di legante neutro (fase liquida),
5. lasciare mescolare per non meno di 20",
6. scaricare il conglomerato.

Risulta molto importante, prima di iniziare la produzione del conglomerato neutro, pulire al meglio il mescolatore ed il silos di stoccaggio dalle tracce di bitume nero che potrebbero in qualche modo inquinare il colore neutro finale del conglomerato. Tale pulizia può essere eseguita effettuando alcune mescole utilizzando esclusivamente gli inerti caldi senza l'aggiunta di nessun tipo di legante, sino a quando gli inerti che escono dal mescolatore risultano perfettamente puliti.

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

### **Art. 60.38**

## **STRATO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DI USURA ANTISDRUCCIOLO SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)**

### **Descrizione**

Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchio 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.

Il conglomerato, chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti, viene proposto in alternativa al drenante fonoassorbente per le maggiori possibilità di applicazione e per la più semplice manutenzione. E' composto da una curva abbastanza discontinua i cui 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 alquanto rugoso.

Esso è steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli lisci.

Scopo della curva di tipo SMA è di realizzare un conglomerato per conseguire due obiettivi specifici:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia;
- ridurre l'inquinamento acustico (prodotto dal rotolamento del pneumatico sulla strada);
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante.

Il piano di posa dovrà essere impermeabile ed avere una pendenza trasversale sufficiente per assicurare il drenaggio superficiale dell'acqua e lo scarico nelle cunette o scivoli laterali.

A tale scopo lo spessore finito dovrà essere di 3 - 4 cm.

### **Materiali inerti**

Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchio 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.

L'aggregato grosso sarà costituito da materiali che potranno anche essere di provenienza o natura

petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti:

- il materiale deve provenire da frantumazione di rocce silicee eruttivo magmatiche;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34/1973), inferiore od uguale al 20%;
- coefficiente di levigabilità accelerata (C.N.R. 140), maggiore di 0,40;
- coefficiente di forma maggiore di 0,15;
- coefficiente di appiattimento (AFNOR P 18-561) per ogni classe di aggregati, minore di 10;
- coefficiente di imbibizione (C.N.R. 4/1953), inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo (C.N.R. 4/1953), con limitazione per la perdita in peso allo 0,7%;

*L'aggregato fino* sarà costituito da sabbie di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953 ed in particolare:

- equivalente in sabbia (C.N.R. 27/1972), maggiore di 70.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica e dovranno risultare alla setacciatura per via secca per il 100% al setaccio n. 40 ASTM, per almeno il 90% al setaccio n. 80 ASTM e per almeno il 70% al setaccio n. 200 ASTM. Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

### Legante - bitume modificato

Dovranno essere impiegati bitumi modificati mediante l'opportuna additivazione di idonei polimeri al fine di determinare un aumento dell'intervallo di plasticità (riduzione della suscettibilità termica), un aumento dell'adesione ed un aumento della viscosità. La modifica delle proprietà reologiche dovrà inoltre conseguire nei conglomerati bituminosi, una maggiore resistenza alle sollecitazioni ed alla loro ripetizione (comportamento a fatica). Il dosaggio dei polimeri suscettibili di impiego potrà variare a secondo delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra il 5 e l'8% sul peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le condizioni di impiego, dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori. Il legante modificato dovrà essere prodotto in appositi impianti capaci di dosare e disperdere perfettamente i polimeri nel bitume e dovrà presentare caratteristiche di costanza qualitativa, verificata da laboratori attrezzati. Lo stoccaggio dovrà avvenire in apposito serbatoio riscaldato, coibentato e preventivamente svuotato dal bitume preesistente. Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire secondo la norma EN 58.

### Spessore minimo

Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucchiolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3÷4 cm.

### Miscela

Le miscele degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura SMA dovranno avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie setacci ASTM	Maglie mm	Passante % totali in peso		
		<u>0/15 mm</u>	<u>0/12mm</u>	<u>0/8mm</u>
Setaccio 5/8"	16	100		
Setaccio 1/2"	12,7	95 - 100		
Setaccio 3/8"	9,5	65 - 95	100	
Setaccio 1/4"	6,35	40 - 60	40 - 90	100
Setaccio N° 4	4,76	30 - 50	30 - 55	90 - 100
Setaccio N° 10	2	20 - 30	20 - 30	30 - 40
Setaccio N° 40	0,42	11 - 23	11 - 23	16 - 30
Setaccio N° 80	0,18	9 - 18	9 - 18	11 - 22
Setaccio N° 200	0,075	8 - 13	8 - 13	8 - 13

Il legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 6,0% ed il 7,5% riferito al peso totale degli aggregati. Il contenuto di bitume della miscela dovrà comunque essere quello necessario all'ottimizzazione delle caratteristiche di seguito riportate. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) resistenza meccanica tale da sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, senza peraltro manifestare comportamenti negativi durante i mesi invernali; il valore della stabilità Marshall (C.N.R.

- 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 800 Kg. Il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 350;
- b) la resistenza alla prova di trazione indiretta (C.N.R. B.U. 134) a 25°C di almeno 0,7 N/mm<sup>2</sup>;
  - c) la deformazione alla prova di impronta (C.N.R. 136-1991) con punzone da 500 mmq a 60°C dopo 60 minuti, deve essere inferiore a 5 dm m;
  - d) la percentuale dei vuoti dei provini Marshall deve essere compresa fra 6 e 12%.
  - e) coefficiente di aderenza trasversale, dopo 15gg di apertura al traffico, (C.N.R. 147- 1992) superiore a 0,55;
  - f) macrorugosità superficiale (C.N.R. 94-1983) misurata con il metodo di altezza in sabbia superiore a 0,6.
- La temperatura di compattazione dei provini Marshall dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

### **Posa in opera delle miscele**

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione dei Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata 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 asportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 150°C.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati 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. Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti.

La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5 °C.

### **Preparazione della superficie stradale**

Prima di iniziare la stesa dell'usura antisdrucchiolo SMA, è necessario provvedere ad una accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una uniforme 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 stato di usura.

L'eventuale eccesso di graniglia o comunque quella non ancorata, dovrà essere asportato mediante motospazzatrice aspirante.

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

## **Art. 60.39 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della sovrastruttura

esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura ed eventuale raccolta in cumuli del materiale riutilizzabile per l'impiego a norma della [UNI/TS 11688](#) e del d.m. 69/2018, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **Art. 60.40**

### **FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE**

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

Sarà facoltà della Direzione dei Lavori accettare eccezionalmente l'impiego di attrezzature tradizionali quali ripper, demolitori, escavatori ecc.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e funzionamento approvato preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera. L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di fresatura.

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

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

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

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

La fresatura sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura ed eventuale raccolta in cumuli del materiale riutilizzabile per l'impiego a norma della [UNI/TS 11688](#) e del d.m. 69/2018, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **Art. 60.41**

### **RICOSTRUZIONE DI VECCHIE MASSICCIATE PREVIA SCARIFICAZIONE ED AGGIUNTA DI MATERIALI GRANULOMETRICAMENTE ASSORTITI SECONDO IL "RETREAD PROCESS" CON MISCELA DI LEGANTI BITUMINOSI**

Per le strade secondarie a macadam sottoposte a non grande traffico, dotate di buon sottofondo ormai fermo, in luogo di procedersi alla trasformazione a pavimentazione protetta con semplice ricarico cilindrato di materiale lapideo nuovo, là dove non sia facile procurarsi convenientemente buon pietrisco, potrà disporsi di ricostruire la massicciata stradale mediante la scarifica dello strato superiore e l'aggiunta di materiale locale.

Si procederà a tale scopo ad una totale scarificazione profonda, in quelle strade ove esista un'ossatura di sottofondo, sino a raggiungere l'ossatura stessa, senza peraltro intaccarla; in caso contrario la scarificazione deve essere molto superficiale; determinata la natura del materiale di risulta e sminuzzatolo convenientemente con adatto macchinario, dopo provveduto a regolarizzare con livellatrice il profilo trasversale (sagoma stradale), si procederà, ove occorra, all'aggiunta del materiale che si renderà necessario sia per portare lo spessore della nuova pavimentazione alla dimensione voluta (di norma 12 cm prima della compressione), sia per avere un misto granulometrico assortito di dimensioni da 0,05 mm a 70 mm: ciò si ottiene di consueto con semplice "tout venant" di cava, che non dovrà essere argilloso e la cui granulometria sarà fissata in relazione alla deficienza od all'eccesso di materiali litici provenienti dalla scarifica.

Il materiale così approvvigionato sarà sparso sulla strada con idoneo macchinario, innaffiato se il tempo sarà secco, ed erpicato; su di esso si procederà poi allo spandimento di una prima dose di legante (2 kg/m<sup>2</sup> di idonea emulsione bituminosa al 55% o bitume flussato in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup>). Dopo un nuovo rimescolamento in posto ed erpicatura meccanica si procederà poi allo spandimento di una seconda dose di legante (in ragione di 2 kg/m<sup>2</sup> di emulsione come sopra o di 1,5 kg/m<sup>2</sup> di emulsione idonea o di bitume liquido) e si procederà alla copertura con 5-7 litri di pietrischetto della pezzatura da 5 a 10 mm per metro quadrato ed alla successiva

cilindratura definitiva, leggera all'inizio e da spingersi a fondo nei giorni successivi secondo l'indurimento della pavimentazione.

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

#### **Art. 60.42**

### **MANTI CON PIETRISCHETTO BITUMATO A FREDDO MISCELATO A DETRITO DI ROCCIA ASFALTICA**

Nelle zone ove sia particolarmente conveniente l'impiego del detrito di roccia asfaltica delle miniere di Ragusa, e purché questo abbia un tenore di bitume non inferiore al 6%, si procederà all'esecuzione dei manti di spessore tale da assicurare una buona consistenza e comunque con un minimo di 5 cm.

Predisposto il pietrischetto e la graniglia ovvero il ghiaio della pezzatura da 5 a 15 mm se ne curerà innanzitutto la bitumatura a freddo mescolando intimamente 1 m<sup>3</sup> di esso con 70 kg di emulsione bituminosa. Successivamente si provvederà all'impasto, possibilmente con mezzi meccanici e, in mancanza, con almeno tre palleggiamenti, con detrito di roccia asfaltica nella misura da 0,7 a 0,8 m<sup>3</sup> per ogni metro cubo di aggregato litico.

Il conglomerato così ottenuto verrà raccolto in cumuli configurati e verrà lasciato a riposo per non meno di 24 ore.

Si procederà poi alla accurata pulizia della massiciata ed all'umettamento di essa mediante 0,5 kg/m<sup>2</sup> di emulsione bituminosa: dopo di che si procederà allo spandimento di uno strato di spessore uniforme e perfettamente livellato e sagomato con adatti regoli spessori, procedendo quindi al perfetto costipamento del manto con l'uso di un compressore leggero, preferibilmente tandem, da 4 a 5 tonnellate con almeno 5 passate di rullo.

Qualora non si raggiunga un effetto conveniente, ove la Direzione dei Lavori lo prescriva, si procederà alla formazione di un successivo manto superficiale predisponendo una miscela formata con emulsione bituminosa e polvere di roccia asfaltica e graniglia o ghiaietto da 3 a 5 mm, queste due ultime parti, polvere asfaltica e graniglia, in quantità eguali, e la si spargerà sulla superficie stradale per uno spessore di almeno \$MANUAL\$ mm comprimendola. Per le strade già trattate nelle quali si debba solo ricostruire il manto superficiale, tale strato potrà raggiungere anche 1,5 cm.

#### **Art. 60.43**

### **TRATTAMENTO DI SEMIPENETRAZIONE CON DUE MANI DI BITUME A CALDO**

Preparato il piano stradale con cilindratura a secco nella quale il mosaico superficiale sia sufficientemente aperto, si procederà allo spandimento del bitume riscaldato a 180 °C con innaffiatrici o distributrici a pressione in quantità di 2,5 kg/m<sup>2</sup> in modo da avere la regolare e compiuta penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta ed uniforme distribuzione della detta quantità: allo spandimento si provvederà gradualmente ed a successive riprese in modo che il legante sia per intero assorbito.

Mentre il bitume è ancora caldo si procederà allo spargimento uniforme di pietrischetto di elevata durezza, pezzatura da 15 a 20 mm, sino a coprire totalmente il bitume in quantità non inferiore a 20 l/m<sup>2</sup> provvedendo poi alla cilindratura in modo da ottenere il totale costipamento della massiciata, i cui interstizi dovranno, in definitiva, risultare totalmente riempiti di bitume e chiusi dal pietrischetto.

Ove si manifestassero irregolarità superficiali l'Appaltatore dovrà provvedere ad eliminarle a sue cure e spese con ricarico di pietrischetto e bitume sino alla normale sagoma stradale. Se affiorasse in seguito il bitume, l'Appaltatore sarà tenuto, senz'altro compenso, allo spandimento di graniglia sino a saturazione.

Si procederà in tempo successivo alla spalmatura del manto di usura con 1,2 kg/m<sup>2</sup> di bitume dato a caldo usando per il ricoprimento 15 l/m<sup>2</sup> di pietrisco e graniglia della pezzatura da 5 a 15 mm di elevata durezza provenienti da rocce di resistenza alla compressione di almeno 1500 kg/m<sup>2</sup> e coefficiente di qualità Dèval non inferiore a 14, e provvedendo alla cilindratura sino ad ottenere un manto uniforme.

#### **Art. 60.44**

### **TRATTAMENTO A PENETRAZIONE CON BITUME A CALDO**

L'esecuzione del pavimento a penetrazione, o al bitume colato, sarà eseguita solo nei mesi estivi; essa presuppone l'esistenza di un sottofondo, costituito da pietrisco cilindrato dello spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo. Ove il sottofondo sia da costituirsi con ricarico cilindrato all'atto

dell'impianto, dovrà essere compensato a parte in base ai rispettivi prezzi unitari. Esso sarà eseguito con le norme precedentemente indicate per le cilindrate, avendo cura di proseguire la compressione meccanica a fondo fino a che la superficie non abbia raggiunto l'esatta sagoma prescritta e si presenti unita ed esente da vuoti, impiegando la necessaria quantità di materiale di saturazione.

Prima di dare inizio alla vera e propria pavimentazione a penetrazione, il detto sottofondo cilindrato, perfettamente prosciugato, dovrà essere ripulito accuratamente in superficie. Si spargerà poi su di esso uno strato di pietrisco molto pulito di qualità dura e resistente, dello spessore uniforme di 10 cm costituito da elementi di dimensione fra 4 e 7 cm, bene assortiti tra loro, ed esenti da polvere o da materie estranee che possano inquinarli, ed aventi gli stessi requisiti dei precedenti articoli, fra i quali coefficiente di Dèval non inferiore a 14.

Si eseguirà quindi una prima cilindatura leggera, senza alcuna aggiunta di materiale di aggregazione, procedendo sempre dai fianchi verso il centro della strada, in modo da serrare sufficientemente fra di loro gli elementi del pietrisco e raggiungere la sagoma superficiale prescritta con monta fra 1/150 e 1/200 della corda, lasciando però i necessari vuoti nell'interno dello strato per la successiva penetrazione del bitume.

Quest'ultimo sarà prima riscaldato ad una temperatura compresa fra i 150 °C e i 180 °C, in adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa, e sarà poi sparso in modo che sia garantita la regolare e completa penetrazione nei vuoti della massiciata e l'esatta uniforme distribuzione della complessiva quantità di 3,5 kg/m<sup>2</sup>. Lo spandimento avverrà uniformemente e gradualmente ed a successive riprese in guisa che il bitume sia completamente assorbito.

Quando l'ultimo bitume affiorante in superficie sia ancora caldo, si procederà allo spandimento il più uniforme possibile di uno strato di minuto pietrisco di pezzatura fra 20 e 25 mm, della qualità più dura e resistente, fino a ricoprire completamente il bitume, riprendendo poi la cilindatura del sottostante strato di pietrisco sino ad ottenere il completo costipamento così che gli interstizi dovranno in definitiva essere completamente riempiti dal bitume e chiusi dal detto minuto pietrisco.

Sarà cura dell'Appaltatore di stabilire il grado di penetrazione del bitume che assicuri la migliore riuscita della pavimentazione; normalmente non maggiore di 60-80 mm nei climi caldi; da 80 a 100 mm nei climi freddi.

Qualora durante e dopo la cilindatura si manifestassero irregolarità superficiali nello strato di pietrisco compresso e penetrato dal bitume, l'Appaltatore dovrà accuratamente eliminarle sovrapponendo altro pietrisco nelle zone depresse e proseguendo la compressione e lo spandimento di bitume minuto e pietrisco fino a raggiungere il necessario grado di regolarità della sagoma stradale.

Ultimata la compressione e la regolarizzazione di sagoma, si procederà allo spandimento di uno strato di bitume a caldo in ragione di 1,2 kg/m<sup>2</sup> con le modalità precedentemente indicate per i trattamenti superficiali col detto materiale.

Detto spandimento sarà fatto secondo linee normali alla direzione del primo spandimento di bitume e sarà coperto con uno strato di buona graniglia della pezzatura da 5 a 10 mm, in misura di 10 l/m<sup>2</sup> circa che verrà incorporato nel bitume mediante rullatura con rullo leggero, così da regolarizzare in modo perfetto la sagoma del piano viabile.

Qualora si verificassero in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Appaltatore provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in guisa da raggiungere una piena saturazione.

L'Appaltatore sarà obbligato a rifare a tutte sue cure e spese quelle parti della pavimentazione che per qualsiasi causa dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita, e cioè dessero luogo ad accentuata deformazione della sagoma stradale ovvero a ripetute abrasioni superficiali, prima del collaudo, anche ove la strada fosse già aperta al traffico.

#### **Art. 60.45**

### **RINFORZI DI ZONE PARTICOLARI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI, CON PIETRISCHETTI ED EMULSIONI A FREDDO E MANTI CON TAPPETI DI PIETRISCHETTO E GRANIGLIA BITUMINATI A CALDO**

Particolarmente per rinforzi di strisce laterali o curve o sistemazione di zone di superfici stradali che in confronto dei correnti trattamenti superficiali ancorati necessitino di un manto più consistente, potrà procedersi all'esecuzione di manti di un certo spessore formati con pietrischetto (o ghiaietto) bitumato con emulsione di bitume al 55%, sufficientemente stabiliti e di notevole viscosità (5 gradi Engler almeno).

Dopo provveduto all'opportuna ripulitura della massiciata cilindrata, previamente consolidata, si spruzzerà su di essa emulsione bituminosa al 55% in quantità non inferiore a 1,5 kg/m<sup>2</sup> e si stenderà uno strato di pietrischetto o ghiaietto o pietrisco minuto, della pezzatura da 15 a 30 mm avente un coefficiente di qualità Dèval non inferiore a 12, già impastato con emulsione bituminosa al 55% nella proporzione di 70 kg/m<sup>3</sup> di

pietrischetto. Tale strato avrà uno spessore medio non inferiore a 3 cm e verrà accuratamente livellato e poi pestonato con mazzeranghe del peso non inferiore a 10 kg ove non si ricorra a cilindratura leggera.

Quando tale strato sarà compiutamente raffermato e livellato, comunque non prima di 15 giorni, si procederà ad una ripulitura a secco della superficie del primo impasto e lo si umetterà con spruzzatura di emulsione bituminosa al 55%, in ragione di 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Dopo di che si provvederà alla distesa di un secondo strato di graniglia e pietrischetto o ghiaietto bituminato, di pezzatura da 5 a 15 mm, derivanti da rocce con resistenza alla compressione di 1500 K/cm<sup>2</sup> coefficiente di frantumazione non superiore a 125 coefficiente di qualità non inferiore a 14, impastato con emulsione bituminosa al 55 % sempre nella proporzione di 70 kg/m<sup>3</sup>. Lo spessore medio di tale secondo strato non sarà inferiore a 15 mm: si procederà ad un accurato livellamento e compressione preferibilmente mediante cilindratura leggera.

I manti a tappeto di pietrischetti e graniglia bitumati a caldo sono invece di regola da impiegarsi per pavimentazioni di intere strade nelle quali siano previsti traffici, anche se intensi, non molto pesanti, purché si abbiano condizioni ambientali favorevoli; così in regioni umide dovranno aversi sottofondi ben drenati e non potrà prescindersi da un trattamento superficiale di finitura che serve a correggere il loro essere conglomerati bituminosi a messe aperte. Detti manti dovranno avere pendenze trasversali piuttosto forti, con monte dell'ordine di 1/60 ed inclinazione di almeno il 2,5%.

I pietrischetti e le graniglie da usare dovranno essere per quanto più possibile omogenei e provenienti da rocce di elevata durezza: qualora ciò non fosse possibile (materiale proveniente dalla frantumazione delle ghiaie) si dovranno adoperare quantità maggiori di legante in modo che frantumandosi alcuni elementi per effetto del traffico si possa così far fronte all'aumento di superficie dei materiali litici. Generalmente, eseguendosi due strati, si adopereranno per lo strato inferiore aggregati della pezzatura da 10 a 20 mm e per quello superiore aggregati della pezzatura da 5 a 10 mm. Le dimensioni massime dell'aggregato non dovranno comunque superare i due terzi dell'altezza della pavimentazione. Si richiederà sempre per i pietrischetti e le graniglie resistenza alla compressione delle rocce da cui provengono non inferiore a 1250 kg/cm<sup>2</sup> coefficiente di qualità (Deval) non inferiore a 12 per il pietrischetto bitumato e non inferiore a 14 per la graniglia di copertura.

I bitumi solidi da impiegare per il trattamento degli aggregati avranno penetrazioni minime di 80/100 per i conglomerati di spessore di qualche centimetro; per manti sottili si useranno bitumi di tipi a più elevata viscosità.

I quantitativi di legante per ogni m<sup>3</sup> di impasto dovranno essere almeno i seguenti:

- per bitume a caldo minimo 40 kg/m<sup>3</sup> per pezzatura da 10 a 15 mm; 45 kg/m<sup>3</sup> per pezzatura da 5 a 10 mm; 50 kg/m<sup>3</sup> per pezzatura da 3 a 5 mm;
- per emulsioni bituminose rispettivamente 70, 80, 90 kg/m<sup>3</sup> per i tre tipi delle suindicate pezzature.

Ciò corrisponderà, per aggregato grosso con pietrischetto pezzatura da 5 a 20 mm, al 3% di bitume e, per conglomerato con sola graniglia passante al setaccio n. 10 al 3,5% di bitume, con aggiunta in entrambi i casi di additivo per lo 0,3% che sale al 2% per i bitumi liquidi.

I pietrischetti e graniglie bitumati saranno preparati a caldo, con mescolatori, previo riscaldamento dei materiali litici a temperatura tra i 120 °C e i 160 °C per garantire un buon essiccamento; la dosatura dei componenti sarà fatta di preferenza a peso per impasti di carattere uniforme; ove venisse fatta a volume si terrà conto della variazione di volume del bitume con la temperatura (coefficiente medio di dilatazione cubica 0,00065). Il bitume, in caldaie idonee non a fiamma diretta, sarà scaldato a temperatura tra i 150 °C e i 180 °C.

I bitumi liquidi non dovranno essere scaldati oltre i 90 °C.

Lo strato di pietrischetto o graniglia impastata dovrà essere posto in opera previa accurata ripulitura del piano di posa. I lavori di formazione del manto si succederanno così:

- spalmatura di emulsione bituminosa o bitume a caldo sulla superficie della massiciata ripulita, nella quantità necessaria ad ottenere l'ancoraggio del manto;
- provvista e stesa dell'aggregato bituminato in quantità tale da dare uno spessore finito non inferiore a 2,5 cm;
- cilindratura, iniziando dai bordi con rullo di almeno 5 tonnellate spruzzando le ruote d'acqua perché non aderiscano al materiale se posto in opera caldo;
- spalmatura di emulsione di bitume a caldo nella quantità necessaria per sigillare il manto e permettere l'incorporazione di parte del materiale di copertura;
- copertura con graniglia e successiva rullatura.

Ove si adoperino particolari macchinari per la posa del conglomerato si potrà rinunciare alle spalmature.

Nell'esecuzione dell'impasto e della sua posa dovrà aversi la massima cura onde evitare la formazione di ondulazioni che darebbero motivo per richiedere il rifacimento del manto; le ondulazioni o irregolarità non dovranno essere superiori ai 5 mm misurate con asta rettilinea di 3 metri.

L'Appaltatore stabilirà d'intesa con la Direzione dei Lavori la quantità di emulsione per ancoraggio e sigillo. Essa provvederà alla manutenzione gratuita dalla data di ultimazione, assumendo la garanzia, per un triennio, all'infuori del collaudo. Alla fine del triennio la diminuzione di spessore del manto non potrà essere superiore agli

8 mm.

**Art. 60.46**  
**MANTI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI SEMIAPERTI**

Per le strade a traffico non molto intenso nelle quali si vuol mantenere una sufficiente scabrezza si potrà ricorrere a manti formati con pietrischetti o graniglia e sabbia, ed in alcuni casi anche con additivo, legati con bitumi solidi o liquidi, secondo le formule di composizione in seguito indicate.

Per ottenere tali conglomerati bituminosi in oggetto si dovranno impiegare, come aggregato grosso per manti d'usura, materiali ottenuti da frantumazione di rocce aventi elevata durezza con resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm<sup>2</sup>.

Per strati non d'usura si potranno usare anche materiali meno pregiati. Saranno ammessi aggregati provenienti dalla frantumazione dei ciottoli e delle ghiaie.

Gli aggregati dovranno corrispondere alle granulometrie di cui in appresso.

Per assicurare la regolarità della granulometria la Direzione dei Lavori potrà richiedere che l'aggregato grosso venga fornito in due distinti assortimenti atti a dare, per miscela, granulometrie comprese nei limiti stabiliti.

Gli aggregati da impiegarsi per manti di usura non dovranno essere idrofili.

Come aggregato fino si dovranno impiegare sabbie aventi i requisiti previsti all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*", alla lettera e), del presente capitolato.

Si potranno usare tanto sabbie naturali che sabbie provenienti dalla frantumazione delle rocce. In quest'ultimo caso si potranno ammettere anche materiali aventi più del 5% di passante al setaccio 200.

L'additivo dovrà corrispondere ai requisiti di cui alle Norme del CNR per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, sabbie, additivi per le costruzioni stradali.

I bitumi solidi e liquidi dovranno corrispondere ai requisiti di cui all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" del presente capitolato. In seguito sono indicate le penetrazioni e le viscosità dei bitumi che dovranno essere adottate nei diversi casi.

I conglomerati dovranno risultare, a seconda dello spessore finale del manto (a costipamento ultimato), costituiti come indicato nelle tabelle che seguono.

*Conglomerati del tipo I*

*(per risagomature, strati di fondazione, collegamento per manti di usura in strade a traffico limitato)*

	A	B
	per spessori inferiori a 35 mm	per spessori superiori a 35 mm
	% in peso	% in peso
Aggregato grosso: Passante al crivello 25 e trattenuto al setaccio 10	-	66-81
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	66-81	-
Aggregato fino: Passante al setaccio 10	15-25	15-25
Bitume: Quando si impieghino bitumi liquidi è consigliabile aggiungere anche additivo, in percentuali comprese tra il 2 ed il 3% del peso totale.	4,2-5,5	4,2-5,5
Per tutti i predetti conglomerati le pezzature effettive dell'aggregato grosso entro i limiti sopra indicati saranno stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori in relazione alla necessità.	-	-

*Conglomerato del tipo II*

*(per manti di usura su strade comuni)*

	A	B
	per spessori inferiori a 35 mm	per spessori superiori a 35 mm
	% in peso	% in peso

Aggregato grosso: Passante al crivello 15 e trattenuto al setaccio 10	-	59 - 80
Passante al crivello 20 e trattenuto al setaccio 10	60 - 80	-
Aggregato fino: Passante al setaccio 10 e trattenuto al 200	15 - 30	15 - 30
Additivo: Passante al setaccio 200	3 - 5	3 - 5
Bitume	4,5 - 6,0	4,5 - 6,0

Si useranno bitumi di penetrazione compresa tra 80 e 200, a seconda dello spessore del manto, ricorrendo alle maggiori penetrazioni per gli spessori minori e alle penetrazioni minori per gli strati di fondazione di maggior spessore destinati a sopportare calcestruzzi o malte bituminose, tenendo anche conto delle escursioni locali delle temperature ambientali.

Impiegando i bitumi liquidi si dovranno usare i tipi di più alta viscosità; il tipo BL 150-200 si impiegherà tuttavia solo nelle applicazioni fatte nelle stagioni fredde.

Nella preparazione dei conglomerati, la formula effettiva di composizione degli impasti dovrà corrispondere, a seconda dei tipi di conglomerati richiesti di volta in volta, alle prescrizioni di cui sopra e dovrà essere preventivamente comunicata alla Direzione dei Lavori.

Per la esecuzione di conglomerati con bitumi solidi si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati con un essiccatore a tamburo, provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere. Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperature comprese tra i 120 °C e i 160 °C.

Il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa tra i 150°C e i 180°C. Il riscaldamento dovrà essere eseguito in caldaie idonee, atte a scaldare uniformemente tutto il materiale evitando il surriscaldamento locale, utilizzando possibilmente, per lo scambio di calore, liquidi caldi o vapori circolanti in serpentine immerse o a contatto col materiale.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario. Il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato debbono essere condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante, la cui penetrazione all'atto della posa in opera non deve risultare comunque diminuita di oltre il 30% rispetto a quella originaria.

Allo scopo di consentire il sicuro controllo delle temperature suindicate, le caldaie di riscaldamento del bitume e i sili degli aggregati caldi dovranno essere muniti di termometri fissi.

Per agevolare l'uniformità della miscela e del regime termico dell'essiccatore, il carico degli aggregati freddi nell'essiccatore dovrà avvenire mediante un idoneo alimentatore meccanico, che dovrà avere almeno tre distinti scomparti, riducibili a due per conglomerati del 1° tipo.

Dopo il riscaldamento l'aggregato dovrà essere riclassificato in almeno due diversi assortimenti, selezionati mediante opportuni vagli.

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso, preferibilmente con bilance di tipo automatico, con quadranti di agevole lettura. Si useranno in ogni caso almeno due distinte bilance: una per gli aggregati e l'altra per il bitume; quest'ultima dovrà eventualmente utilizzarsi anche per gli altri additivi.

Si potranno usare anche impianti a dosatura automatica volumetrica purché la dosatura degli aggregati sia eseguita dopo il loro essiccamento, purché i dispositivi per la dosatura degli aggregati, dell'additivo e del bitume siano meccanicamente e solidamente collegati da un unico sistema di comando atto ad evitare ogni possibile variazione parziale nelle dosature, e purché le miscele rimangano in ogni caso comprese nei limiti di composizione suindicati.

Gli impianti dovranno essere muniti di mescolatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e l'uniformità delle miscele.

La capacità dei mescolatori, quando non siano di tipo continuo, dovrà essere tale da consentire impasti singoli del peso complessivo di almeno 200 kg.

Nella composizione delle miscele per ciascun lavoro dovranno essere ammesse variazioni massime dell'1% per quanto riguarda la percentuale di bitume, del 2% per la percentuale di additivo, e del 10% per ciascun assortimento granulometrico stabilito, purché sempre si rimanga nei limiti estremi di composizione e di granulometria fissati per i vari conglomerati.

Per l'esecuzione di conglomerati con bitumi liquidi, valgono le norme sopra stabilite, ma gli impianti dovranno essere muniti di raffreddatori capaci di abbassare la temperatura dell'aggregato, prima essiccato ad almeno 110 °C, riducendola all'atto dell'impasto a non oltre i 70 °C.

Potrà evitarsi l'uso del raffreddatore rinunciando all'essiccazione dell'aggregato mediante l'impiego di bitume attivati con sostanze atte a migliorare l'adesione tra gli aggregati ed il bitume in presenza d'acqua. L'uso di questi materiali dovrà essere tuttavia autorizzato dalla Direzione dei Lavori e avverrà a cura e spese dell'Appaltatore.

I bitumi liquidi non dovranno essere riscaldati, in ogni caso, a più di 90 °C, la loro viscosità non dovrà aumentare per effetto del riscaldamento di oltre il 40% rispetto a quella originale.

Qualora si voglia ricorrere all'impiego di bitumi attivati per scopi diversi da quelli sopraindicati, ad esempio per estendere la stagione utile di lavoro o per impiegare aggregati idrofili, si dovrà ottenere la preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori.

La posa in opera ed il trasporto allo scarico del materiale dovranno essere eseguiti in modo da evitare di modificare o sporcare la miscela e ogni separazione dei vari componenti.

I conglomerati dovranno essere portati sul cantiere di stesa a temperature non inferiori ai 110 °C, se eseguiti con bitumi solidi.

I conglomerati formati con bitumi liquidi potranno essere posti in opera anche a temperatura ambiente.

La stesa in opera del conglomerato sarà condotta, se eseguita a mano, secondo i metodi normali con appositi rastrelli metallici.

I rastrelli dovranno avere denti distanziati l'uno dall'altro di un intervallo pari ad almeno 2 volte la dimensione massima dell'aggregato impiegato e di lunghezza pari almeno 1,5 volte lo spessore dello strato del conglomerato.

Potranno usarsi spatole piane in luogo dei rastrelli solo per manti soffici di spessore inferiore ai 20 mm.

Per lavori di notevole estensione la posa in opera del conglomerato dovrà essere invece eseguita mediante finitrici meccaniche di tipo idoneo.

Le finitrici dovranno essere semoventi, munite di sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento dell'uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto.

Dovranno consentire la stesa di strati dello spessore di volta in volta stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità della fondazione. A tale scopo i punti estremi di appoggio al terreno della finitrice dovranno distare l'uno dall'altro, nel senso longitudinale della strada, di almeno tre metri; e dovrà approfittarsi di questa distanza per assicurare la compensazione delle ricordate eventuali irregolarità della fondazione.

Per la cilindratura del conglomerato si dovranno usare compressori a rapida inversione di marcia, del peso di almeno 5 tonnellate. Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua. La cilindrata dovrà essere iniziata dai bordi della strada e si procederà poi di mano in mano verso la mezzera. I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazione del manto. La cilindratura dopo il primo consolidamento del manto dovrà essere condotta anche in senso obliquo all'asse della strada e, se possibile, anche in senso trasversale.

La cilindratura dovrà essere continuata sino ad ottenere un sicuro costipamento.

Tutti gli orli e i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza delle riprese di lavoro, dei cordoni laterali, delle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume, prima di addossarvi il manto, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

Inoltre tutte le giunzioni e i margini dovranno essere battuti e finiti a mano con gli appositi pestelli da giunta a base rettangolare opportunamente scaldati o freddi nel caso di conglomerati preparati con bitumi liquidi.

A lavoro finito i manti dovranno presentare superficie in ogni punto regolarissima e perfettamente corrispondente alle sagome ed alle livellette di progetto o prescritte dalla Direzione dei Lavori.

A lavoro finito non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni o irregolarità superiori ai 5 mm misurati utilizzando un'asta rettilinea della lunghezza di tre metri appoggiata longitudinalmente sulla pavimentazione.

#### **Art. 60.47**

#### **MANTI SOTTILI ESEGUITI MEDIANTE CONGLOMERATI BITUMINOSI CHIUSI**

Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e di scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità, potrà ricorrersi a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia, additivo, bitume.

Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura; debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, né frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico; debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i 2/3 dello spessore del manto finito.

Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetto o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di 1250 kg/cm<sup>2</sup> nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Dèval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici.

La pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm, con granulometria da 10 a 15 mm dal 15 al 20% -

da 5 a 10 mm dal 20 al 35% - da 3 a 5 mm dal 10 al 25%.

L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere di argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passante per lo staccio di 2 mm (n. 10 della serie A.S.T.M.); la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%.

La granulometria dell'aggregato fino sarà in peso:

- dal 10 al 40% fra 2 mm e 0,42 mm (setacci n. 10 e n. 40 sabbia grossa);
- dal 30 al 55% fra 0,42 mm e 0,297 mm (setacci n. 40 e n. 80 sabbia media);
- dal 16 al 45% fra 0,297 mm e 0,074 mm (setacci n. 80 e n. 200 sabbia fine).

L'additivo minerale (filler) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n. 80 (0,297 mm) e per il 90% al setaccio n. 200 (0,074 mm) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili.

I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non dovranno eccedere il 20-22% del volume totale.

Il bitume da usarsi dovrà presentare, all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolatore), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto.

L'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

- a) aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
- b) aggregato fino delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
- c) additivo, dal 4 al 10%;
- d) bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottare sarà proposta dall'Appaltatore e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori.

Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume - all'1,5% in più o in meno per gli additivi - al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della formula dell'impasto sopra indicato.

Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate per ottenere manti sottili di usura d'impermeabilizzazioni antiscivoli.

Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenienti da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura. Dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm a 0,074 mm con una percentuale di aggregati: del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm; dell'84% di passante al vaglio di 4,76 mm; dal 50 al 100% di passante al setaccio da 2 mm; dal 36% all'82% di passante al setaccio di 1,19 mm; dal 16 al 58% di passante al setaccio di 0,42 mm; dal 6 al 32% di passante al setaccio 0,177 mm; dal 4 al 14% di passante al setaccio da 0,074 mm.

Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 o un cut-back medium curing di viscosità 400/500, l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 o 7,5%, del peso degli aggregati secchi; dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%.

Gli aggregati dovranno essere scaldati ad una temperatura non superiore a 120 °C ed il legante del secondo tipo da 130 °C a 110 °C.

Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti, e alla prova Hobbar Field si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 kg/cm<sup>2</sup>.

Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico.

Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato ad una temperatura fra i 130 °C ed i 170 °C, il bitume sarà riscaldato ad una temperatura fra 160 °C e 180 °C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori.

L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre sili separati, uno per l'aggregato fino e due per quello grosso.

Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a 200 kg ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti e ad assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti.

Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi, ma il legante andrà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90 °C ed i 110 °C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto della immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra 50 °C e 80 °C.

Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Appaltatore di proporre apposita formula nella quale l'aggregato

fino venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda; in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta.

Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Appaltatore, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei Lavori.

Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrischetto bitumato, se trattasi di massicciata nuda, e quando non si debba ricorrere a particolare strato di collegamento (binder), si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un kg di emulsione bituminosa per m<sup>2</sup> ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto, comunque mai inferiore a 66 kg/m<sup>2</sup> per manti di tre centimetri ed a 44 kg/m<sup>2</sup> per manti di due centimetri.

Per lo stendimento si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile e si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezzera, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4 a 6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi di acqua, qualora il materiale aderisca ad esse.

La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e altresì, quando si possa, trasversalmente); essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento.

Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico, potrà prescriversi una spalmatura di 0,7 kg/m<sup>2</sup> di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi di graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando una ultima passata di compressore.

È tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni del manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di tre mm al controllo effettuato con aste lunghe tre metri nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso normale.

Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi e comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm ad opera finita. Il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata ed al preesistente trattamento protetto da essa.

La percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%; dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevarsi, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze.

A garanzia dell'esecuzione l'Appaltatore assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre 1 mm, al termine del triennio di oltre 4 mm.

#### Art. 60.48

### CONGLOMERATO IN POLVERE DI ROCCIA ASFALTICA E BITUME LIQUIDO

Nei suoi spessori di applicazione, variabili da 20 a 30 mm e determinati a lavoro finito, la composizione risulterà dalla seguente tabella:

COMPONENTI N.B. - I numeri dei crivelli sono quelli della serie UNI	I	II
	per spessori 20 mm % in peso	per spessori 30 mm % in peso
a) aggregato lapideo grosso e fino: - passante al crivello 20 e trattenuto al 10 - passante al crivello 10 e trattenuto al 5 - passante al crivello 5 e trattenuto al 2 - passante al crivello 2 e trattenuto al 0,425	- 13-15 15-30 15-28	15-25 30-30 15-25 15-26
b) polvere di roccia asphaltica ed additivo della stessa natura; rispondenti alla granulometria suindicata ed anche alle Norme di accettazione del C.N.R. (cat.II per la polvere di asfalto)	20	20
c) bitume liquido di impasto: Viscosità 25/75 (C.N.R.) minima	3,50-4	3,50-4
Bitume totale minimo	÷ 3,00	3,00
a) bitume liquido di impasto: 0,85 x 3,50 =	÷ 1,50	1,50

b) bitume naturale contenuto nella polvere di asfalto		
TOTALI	4,50	4,50

Il rapporto volumetrico tra i diversi aggregati nella confezione del conglomerato di cui trattasi sarà quindi circa:

- a) aggregato lapideo grosso e fino 70% in volume;
- b) polvere roccia asfaltica 30% in volume.

Nella confezione del conglomerato in particolari casi, onde migliorare l'adesione fra aggregato lapideo, polvere di asfalto e bitume liquido, potranno essere usate particolari sostanze, ad esempio calce idrata, le quali non modificheranno sostanzialmente le predette percentuali sia in volume che in peso.

Nei limiti sopraindicati, la formula di composizione degli impasti da adottare per ogni tipo di lavoro dovrà essere preventivamente comunicata ed approvata dalla Direzione dei Lavori.

Per la confezione degli impasti si dovrà usare una impastatrice meccanica di tipo adatto, che consenta la dosatura in volume o in peso dei componenti ed assicuri la perfetta regolarità e uniformità degli impasti.

Per regola generale nell'esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà attenersi alle migliori regole d'arte, nonché alle prescrizioni che qui di seguito vengono date.

Le operazioni da effettuare per l'esecuzione del tappeto saranno le seguenti:

1. pulizia del piano viabile;
2. spandimento sul piano viabile di emulsione bituminosa;
3. trasporto e distesa della miscela;
4. rullatura;
5. distesa del materiale di sigillo nelle zone troppo scabre.

Prima di applicare la miscela dovrà procedersi, ove occorra, ad un adeguato lavaggio del piano viabile, per liberarlo dalle eventuali incrostazioni di fango e dai residui animali.

Ove tale operazione di lavaggio si ritenesse superflua in relazione allo stato di nettezza della superficie stradale, non dovrà però mai mancare un'accurata depolverizzazione della superficie da eseguire mediante adatte scope, spazzoloni di piassava o soffiatrici.

Eseguita la pulizia della superficie sulla quale il tappeto dovrà essere disteso e sempre che questa sia completamente asciutta, si spanderà uniformemente con macchina spruzzatrice a pressione, sul piano viabile, dell'emulsione bituminosa al 50% in ragione di  $0,8 \div 1 \text{ kg/m}^2$ . Indi si procederà alla stesa in opera della miscela, che verrà trasportata dai luoghi di confezione e scaricata con tutte le cure ed i provvedimenti necessari ad impedire di modificarla o sporcarla con terra od elementi estranei.

La distesa e la distribuzione della miscela asfaltica dovranno essere eseguite mediante l'impiego di macchine finitrici semoventi, del tipo Adnun, Barber-Greene, ecc.

Il quantitativo di miscela sciolta da stendere per unità di superficie dovrà essere tale da ottenere, a costipamento avvenuto od a lavoro ultimato, lo spessore prescritto. L'esecuzione del tappeto verrà pagata all'Impresa in base a quanto previsto nella corrispondente voce di elenco dei prezzi.

Qualora il piano viabile presentasse deformazioni di sagoma ed ondulazioni, si dovrà procedere ad un conguaglio della superficie e sagomandola preventivamente con stesura di materiale di binder.

Il lavoro di pavimentazione dovrà essere eseguito su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del transito.

Alla distesa della miscela dovrà seguire immediatamente la rullatura che dovrà praticarsi fino ad ottenere una perfetta chiusura e compattazione della parte superiore del tappeto.

Per la cilindatura si dovrà impiegare un rullo a rapida inversione di marcia, del peso non inferiore a 8 tonnellate. Per evitare l'adesione del materiale alle ruote del rullo, si provvederà a spruzzare queste ultime con acqua.

Tutti i giunti in corrispondenza delle riprese di lavoro, prima di addossarvi un nuovo strato, dovranno essere spalmati con un velo di emulsione bituminosa, allo scopo di assicurare la perfetta adesione alle parti; inoltre tutte le giunzioni dovranno essere costipate con pestelli a base rettangolare.

A composizione eseguita, nelle zone troppo scabre, sarà sparsa sul tappeto della polvere di asfalto finemente macinata, in ragione di  $1 \text{ kg/m}^2$ .

Ad opera finita, la pavimentazione dovrà presentarsi con una superficie perfettamente regolare ed uniforme e con bordi perfettamente profilati.

Prima dell'apertura al traffico di ogni tratta di carreggiata, la Direzione dei Lavori verificherà che il lavoro stesso sia stato regolarmente eseguito e che la superficie stradale si presenti regolarmente sagomata, unita e compatta; solo allora darà il nulla osta all'Impresa per autorizzare l'apertura al traffico e questa procederà alla pavimentazione della restante metà di carreggiata, che dovrà essere eseguita con le stesse prescrizioni e modalità.

Ogni imperfezione o difetto che dovesse eventualmente manifestarsi prima del collaudo, dovrà essere

immediatamente ripreso a cura e spese dell'Impresa, con scrupolosa manutenzione e tempestivi interventi.

La superficie sarà priva di ondulazioni e pertanto un'asta rettilinea lunga 4 metri posta su di essa avrà la faccia di contatto distante al massimo 5 mm e solo in qualche punto singolare dello strato.

La cilindratura sarà proseguita sino ad ottenere un sicuro costipamento.

#### **Art. 60.49**

### **LASTRICATI - PAVIMENTI IN CUBETTI DI PORFIDO**

#### **Lastricati**

La pietra da impiegarsi per i lastricati dovrà essere di natura \$MANUAL\$ con struttura particolarmente omogenea, resistente all'urto ed all'usura per attrito; le lastre avranno le dimensioni \$MANUAL\$ e saranno lavorate \$MANUAL\$

Il suolo convenientemente consolidato, sul quale dovrà eseguirsi il lastricato, sarà coperto di uno strato di malta o sabbia, sul quale verranno disposte le lastre in file parallele, di costante spessore, o anche a spina o a disegno, come verrà ordinato dalla Direzione dei Lavori, ravvicinate le une alle altre in modo che le connessioni risultino minime in rapporto al grado di lavorazione; queste poi saranno colmate con malta liquida da versarsi e comprimersi con la cazzuola, fino a qualche centimetro dalla superficie e quindi i giunti saranno suggellati con bitume a caldo.

Le lastre dovranno essere lavorate a scalpello negli assetti per un'altezza di almeno un terzo dello spessore.

Le superfici dei lastricati dovranno conformarsi ai profili e alle pendenze volute.

#### **Pavimenti in cubetti di porfido**

I cubetti di porfido dovranno essere conformi alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" emanate dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

I citati cubetti di porfido, di dimensioni \$MANUAL\$, dovranno provenire da pietra a buona frattura, talché non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce, e dovranno arrivare al cantiere di lavoro preventivamente calibrati secondo le prescritte dimensioni.

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

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

I cubetti saranno disposti in opera in modo da risultare pressoché a contatto prima di qualsiasi battitura.

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

La bitumatura della pavimentazione a cubetti sarà eseguita almeno dopo venti giorni dall'apertura al transito della strada pavimentata; saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione col mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato e tale che possa aversi la pulizia dei giunti per circa 3 cm di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulito si sia sufficientemente asciugato, si suggelleranno i giunti a caldo ed a pressione con bitume in ragione di circa 3 kg per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume, e quindi sarà aperto il transito.

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

#### **Art. 60.50**

### **PAVIMENTAZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO**

Valgono per le pavimentazioni tutte le norme indicate nell'articolo "*Fondazioni stradali in conglomerato cementizio*".

In questo caso però il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature e sarà dosato con tre

quintali di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La superficie della pavimentazione a vibrazione ultimata dovrà presentare un leggero affioramento di malta, sufficiente per la perfetta chiusura e lisciatura del piano del pavimento.

Non saranno assolutamente permesse aggiunte in superficie di malta cementizia anche se questa fosse confezionata con una più ricca dosatura di cemento. Prima che il calcestruzzo inizi la presa e quando il piano sia sufficientemente asciutto si dovrà striare trasversalmente la pavimentazione con una scopa di saggina, così da renderla sicuramente scabra.

Si avrà particolare cura affinché i bordi dei giunti longitudinali e trasversali siano leggermente arrotondati con una curva di raggio di centimetri uno, e siano rifiniti in piano perfetto con la rimanente pavimentazione.

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

## **Art. 60.51 ACCIOTTOLATI E SELCIATI**

### **Acciottolati**

I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da 10 a 15 cm, ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da 8 a 10 mm.

I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto fra di loro, con la faccia più piana rivolta superiormente, accertandosi di metterli a contatto.

A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

### **Selciati**

I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento.

Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 10 cm e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo avere stabilito le guide occorrenti.

Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm e quindi si procederà alla battitura con mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti.

Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connesure.

Per assicurare poi meglio il riempimento delle connesure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido.

Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di 10 cm di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

## **Art. 60.52 PARACARRI-INDICATORI CHILOMETRICI TERMINI DI CONFINE IN PIETRA**

I paracarri, gli indicatori chilometrici ed i termini di confine in pietra, della forma e dimensioni indicate nei tipi allegati al contratto, per la parte fuori terra, saranno lavorati a grana ordinaria secondo le prescrizioni di cui all'articolo "*Pietra da taglio*".

Il loro collocamento in opera avrà luogo entro fosse di convenienti dimensioni, sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di 10 cm e si assicureranno nella posizione prescritta riempiendo i vani laterali contro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli, o rottami di pietre fortemente battuti.

## **Art. 60.53 SEMINAGIONI E PIANTAGIONI**

Per le seminagioni sulle falde dei rilevati si impiegheranno, secondo la diversa natura del suolo e le istruzioni che saranno date dalla Direzione dei Lavori, semi di erba medica, sulla o altre.

Quando la seminazione si dovesse fare contemporaneamente alla formazione delle scarpate, si spargerà la semente prima che lo strato superiore di terra vegetale abbia raggiunto la prescritta altezza. Nei casi in cui il terreno fosse già consolidato, si farà passare un rastrello a punte di ferro sulle scarpate parallelamente al ciglio della strada e vi si spargerà quindi la semente, procurando di coprirla bene all'atto dello spianamento della terra.

L'Appaltatore dovrà riseminare a sue spese le parti ove l'erba non avesse germogliato.

Per le piantagioni sulle scarpate o sulle banchine si impiegheranno piantine di acacia o alianto, con preferenza a quest'ultima per la sua idoneità a produrre cellulosa, ovvero ad impiantare canneti (oriundo).

Tali piantagioni verranno eseguite a stagione opportuna e con tutte le regole suggerite dall'arte, per conseguire una rigogliosa vegetazione, restando l'Appaltatore obbligato di curarne la coltivazione e, all'occorrenza, l'innaffiamento sino al completo attecchimento.

Le piantine dovranno essere disposte a filari in modo che ne ricadano quattro per ogni metro quadrato di superficie.

Quelle che non attecchissero, o che dopo attecchite venissero a seccare, dovranno essere sostituite dall'Appaltatore a proprie spese in modo che all'atto del collaudo risultino tutte in piena vegetazione.

Le alberature stradali dovranno essere effettuate in modo da non pregiudicare eventuali allargamenti della sede stradale. Dovranno essere eseguite previa preparazione di buche delle dimensioni minime di metri 0,80 x 0,80 x 0,80 riempite di buona terra, se del caso drenate, ed opportunamente concimate.

Le piante verranno affidate a robusti tutori a cui saranno legate con rafia.

#### **Art. 60.54**

### **RIVESTIMENTO E CIGLIATURE CON ZOLLE E SEMINAGIONI**

Tanto per le inzollature che per le seminagioni si dovranno preparare preventivamente le superfici da trattare riportando in corrispondenza alle stesse uno strato uniforme di buona terra vegetale, facendolo bene aderire al terreno sottostante, esente da radici, da erbe infestanti e da cotiche erbose, dello spessore di almeno 20 cm.

Per la inzollatura delle scarpate da eseguire dove sarà ordinato dalla Direzione dei Lavori si useranno, ove possibile, zolle da 20 a 25 cm e di almeno 5 cm di spessore, disposte a connesure alternate, zolle provenienti dagli scoticamenti generali eseguiti per gli scavi o per la preparazione del terreno, purché le zolle siano tuttora vegetanti.

Le zolle saranno assestate battendole col rovescio del badile, in modo da farle bene aderire al terreno.

Per le seminagioni su scarpate si impiegheranno di regola semi di erba medica in quantitativi corrispondenti ad almeno 50 kg per ettaro o stoloni di gramigna.

Sulle superfici piane potrà essere ordinata anche la seminazione di loietto, in quantitativi corrispondenti ad almeno 200 kg di semi per ettaro.

In ogni caso la seminazione deve essere rullata e rastrellata in modo che i semi e gli stoloni di gramigna abbiano a risultare sicuramente coperti da uno strato di terra di spessore maggiore (2-3 cm) nel caso di gramigna.

Le seminagioni saranno mantenute umide, dopo la loro ultimazione, mediante innaffiature, in modo da conservare e aiutare la vegetazione.

La seminazione sarà eseguita a stagione propizia.

#### **Art. 60.55**

### **LAVORI IN FERRO**

Il ferro e l'acciaio dolce delle qualità prescritte all'articolo "*Qualità e Provenienza dei Materiali*" dovranno essere lavorati diligentemente, con maestria, regolarità di forme, precisione di dimensione, e con particolare attenzione nelle saldature e bullonature. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentassero il più leggero indizio d'imperfezione.

Per le ferramenta di qualche rilievo, l'Impresa dovrà preparare e presentare alla Direzione dei Lavori un campione, il quale, dopo approvato dalla Direzione dei Lavori stessa, dovrà servire da modello per tutta la provvista.

Per tutti i lavori in ferro, salvo contrarie disposizioni della Direzione dei Lavori, dovrà essere eseguita la coloritura a due mani di minio e a due mani successive ad olio di lino cotto con biacca e tinta a scelta.

Per i ferri da impiegare nella costruzione di opere in cemento armato vengono richiamate le norme contenute nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i., e nel d.m. 17 gennaio 2018, avvertendo che la lavorazione dovrà essere fatta in modo che l'armatura risulti esattamente corrispondente per dimensioni ed ubicazione, alle indicazioni di

progetto.

## **Art. 60.56 LAVORI IN LEGNAME**

Tutti i legnami da impiegare in opere stabili dovranno essere lavorati con la massima cura e precisione in conformità alle prescrizioni di cui alle vigenti leggi e norme UNI e secondo le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami dovranno avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da poter ottenere un esatto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non sarà tollerato alcun taglio falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

La Direzione dei Lavori potrà disporre che nelle facce di giunzione vengano interposte delle lamine di piombo o zinco, o anche cartone incatramato.

Le diverse parti componenti un'opera di legname dovranno essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro in conformità alle prescrizioni che verranno date dalla Direzione dei Lavori.

Non si dovranno impiegare chiodi per il collegamento dei legnami senza apparecchiarne prima il conveniente foro col succhiello.

I legnami, prima della loro posa in opera e prima dell'esecuzione, se ordinata, della spalmatura di catrame o della coloritura, si dovranno congiungere in prova nei cantieri per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione dei Lavori.

## **BARRIERE STRADALI ED OPERE ACCESSORIE**

### **Art. 61.1**

#### **Premessa - Operazioni preliminari di sicurezza**

Le barriere di sicurezza stradale e i dispositivi di ritenuta sono posti in opera essenzialmente al fine di fornire agli utenti della strada e agli esterni eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza in rapporto alla configurazione della strada, garantendo, entro certi limiti, il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale.

Le barriere di sicurezza stradale e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.

A seconda della loro destinazione ed ubicazione, le barriere ed altri dispositivi si dividono nei seguenti tipi:

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

In particolare le barriere possono essere previste per:

- la delimitazione di strade;
- la regolazione del traffico;
- la delimitazione di aree di cantiere, di aree riservate o pericolose, di aree di parcheggio;
- la delimitazione di percorsi pedonali o ciclabili, deviazioni stradali.

Nel caso di lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e proteggere il personale dal flusso degli automezzi, nel rispetto delle norme di sicurezza.

Lo scarico degli elementi della barriera stradale dagli automezzi di trasporto potrà avvenire con una gru installata su automezzo o mediante elevatori muniti di forche.

Il personale dovrà essere munito del previsto abbigliamento ad elevata visibilità oltre che di DPI quali scarpe, guanti, occhiali ed in particolari casi di casco, cinture di sicurezza e quanto altro previsto dallo specifico sito e dalle vigenti norme in materia di sicurezza.

Le barriere stradali, di forma e dimensione indicati in progetto, saranno eseguite ovvero installate, se approvvigionate come elementi prefabbricati, lungo il tracciato progettuale o nei luoghi che la Direzione Lavori designerà.

**Le barriere di sicurezza potranno essere costituite dalle seguenti caratteristiche tecniche e costruttive:**

**Art. 61.2  
Barriere in calcestruzzo tipo NewJersey**

La barriera di sicurezza multipiego in calcestruzzo, denominata anche "barriera tipo NewJersey", trova largo uso in opere di delimitazione stradale e nella stragrande maggioranza dei casi si prescrive in forma prefabbricata a motivo della migliore finitura del prodotto e della presenza di certificazioni tecniche rilasciate in allegato dallo stabilimento di produzione.

Tale barriera antiurto, in qualsiasi configurazione sia progettualmente richiesta (es. spartitraffico, protezione laterale, ecc.) sarà conforme alle classi di contenimento con crash-test positivo ai sensi del D.M. 2367/2004 ed alla norma [UNI EN 1317](#).

Il suo profilo sarà volto a minimizzare il danno ai veicoli in caso di contatto accidentale, mantenendo nel contempo la capacità di prevenzione di salti alla corsia opposta con conseguenti scontri frontali. Il risultato sarà ottenuto permettendo alle gomme del veicolo di salire sul piede a base inclinata, la cui pendenza obbligherà la ruota e quindi il veicolo ad allontanarsi dalla barriera.

Con le dovute predisposizioni il sistema risulta essere anche un valido supporto per recinzioni e cancelli, una protezione per scarpate o pendii, curve stradali o altre casistiche progettualmente indicate.

Per evitare l'alterazione della struttura costituita da calcestruzzo, con conseguenti fessurazioni e corrosione dei ferri di armatura, sarà necessaria una miscela di composizione con caratteristiche fisiche notevoli in quanto a durabilità. Tutti gli elementi dovranno essere idonei per l'utilizzo anche in ambienti montani sottoposti a cicli di gelo-disgelo (dove di solito avviene l'utilizzo di sali disgelanti per le strade) e/o in ambienti marini sottoposti a contatto diretto con l'acqua di mare o ad aerosol marino.

Il calcestruzzo costituente il manufatto, dovrà essere classificabile come "ad alta prestazione e resistenza", con profilo esterno liscio e privo di alcuna imperfezione (es. fessure, vuoti, ecc.).

A prescindere dal sito e dalla natura di impiego del manufatto prefabbricato, dovranno essere impiegati:

- calcestruzzo armato vibrato
- cemento 42,5 R o superiore
- armatura in acciaio Fe B450C
- elementi con resistenza a compressione almeno da 600 Kg/cmq ([UNI EN 12390-3](#))
- elementi con classe di esposizione ([UNI EN 206](#)): **XF4** (resistente all'attacco di cicli di gelo-disgelo in condizioni di elevata saturazione con agente antigelo oppure acqua di mare) e/o **XS3** (resistente alla corrosione da cloruri presenti nell'acqua marina) ovvero [\\$MANUAL\\$](#)
- elementi con resistenza a flessione unitaria ([UNI EN 196-1](#)) da 60 N/cm<sup>2</sup>
- elementi prefabbricati in cls adatti all'utilizzo per recinzione con capacità portante ([UNI EN 12839](#))
- cls resistente ai cicli di gelo-disgelo ([UNI 7087](#)) 0,7 daN/m<sup>2</sup>
- capacità di assorbimento d'acqua: < 6%
- prova di adesione vernice-supporto ([UNI 8298-1](#)) (Forza media = 1,0 ton).

La finitura finale della barriera dovrà essere:

- colorata con vernice a base di quarzo e resine acriliche lavabile ed idrorepellente
- ovvero
- colorata con specifica verniciatura assorbi smog e autopulente costituita da un rivestimento protettivo trasparente, antinquinamento e antibatterico al biossido di titanio

ovvero

- realizzata in ghiaio lavato e spaccato, nel caso di ambientazioni di pregio o in contesti di arredo urbano.

#### **Accessori forniti in opera con il manufatto**

- Gruppi piastra di collegamento in acciaio da montare alla base delle barriere o fissare solidamente al terreno con forme di piastre ad "L".
- Fori verticali passanti ove sarà possibile inserire pali tondi, pali piatti o a T di diverse dimensioni per la realizzazione di una recinzione o l'installazione di segnaletica verticale.
- Piastre in acciaio inserite nel getto e collegate all'armatura alle quali si fisseranno, con viti inox, i montanti di eventuali cancelli autoportanti.

Tutti gli elementi accessori alla barriera saranno forniti e montati in opera per assicurarne la prestazione richiesta, in particolare comprensivi di:

- piastre con relativi tiranti, dadi, rondelle (il tutto in acciaio zincato a caldo);
- manicotti di giunzione per barre filettate;
- eventuali compensatori di quota;
- ogni altra prestazione, fornitura ed onere incluso atto ad assicurare la classifica di normativa richiesta.

### **Art. 61.3**

#### **Barriere di sicurezza in acciaio ondulato**

Le barriere di sicurezza sono dispositivi aventi lo scopo di realizzare il contenimento dei veicoli nella sede stradale riducendo al minimo i danni per gli occupanti del veicolo. Per ottenere queste finalità, è necessario che l'urto con la barriera non provochi il rovesciamento del veicolo e che non gli imprima una decelerazione tale da provocare danni agli occupanti. Verrà assicurato il corretto contenimento se non ci sarà superamento o sfondamento della barriera nel suo complesso e se nessun elemento longitudinale principale della barriera si rompa completamente, nessuna parte importante della barriera si stacchi completamente o presenti un pericolo improprio e nessun elemento della barriera penetri nell'abitacolo del veicolo.

Il veicolo, inoltre, dovrà essere riportato su una traiettoria tale da non diventare esso stesso un pericolo per gli altri veicoli sopraggiungenti sulla stessa carreggiata. Ciò significa che il veicolo, quando si allontanerà dalla barriera dopo l'urto dovrà farlo rimanendo in prossimità della stessa.

#### **Livelli di prestazione**

A seconda del livello di contenimento le barriere sono classificate in quattro fasce diverse (vedi tabella 1). Per ciascuna classe è previsto il superamento di differenti tipologie di prove d'accettazione (vedi tabella 2). Quanto più gravosa è la prova d'urto a cui sottoporre la barriera, maggiore è il livello di contenimento della stessa.

<b>Livelli di contenimento</b>	<b>Energia cinetica massima al contenimento (KJ)</b>	<b>Tipologia di prova d'accettazione</b>
Contenimento a basso angolo d'impatto <b>T1</b> <b>T2</b> <b>T3</b>	6.2 21.5 36.6	TB21 TB22 TB41 e TB21
Contenimento normale <b>N1</b> <b>N2</b>	43.3 81.9	TB31 TB32 e TB11
Contenimento più elevato <b>H1</b> <b>H2</b> <b>H3</b>	126.6 287.5 462.1	TB42 e TB11 TB51 e TB11 TB61 e TB11
Contenimento molto elevato <b>H4a</b> <b>H4b</b>	572.0 724.6	TB71 e TB11 TB81 e TB11

**Tabella 1 - classificazione barriere**

Tipologia prove di accettazione	Velocità d'urto (Km/h)	Angolo d'urto (gradi)	Massa totale veicolo (kg)	Tipo di veicolo
<b>TB11</b>	100	20	900	autovettura
<b>TB21</b>	80	8	1300	autovettura
<b>TB22</b>	80	15	1300	autovettura
<b>TB31</b>	80	20	1500	autovettura
<b>TB32</b>	110	20	1500	autovettura
<b>TB41</b>	70	8	10000	autocarro
<b>TB42</b>	70	15	10000	autocarro
<b>TB51</b>	70	20	13000	autobus
<b>TB61</b>	80	20	16000	autocarro
<b>TB71</b>	65	20	30000	autocarro
<b>TB81</b>	65	20	38000	autoarticolato

**Tabella 2 - modalità di prova**

La scelta del livello di prestazione delle barriere di sicurezza da installare sarà progettualmente determinata tenendo conto di fattori che comprendono la classe di traffico della strada, la sua posizione, la geometria, l'esistenza nelle adiacenze di una struttura vulnerabile, o di una zona o di un oggetto potenzialmente pericolosi.

La barriera avrà un comportamento idoneo se sarà conforme ai requisiti di seguito riportati:

- le deformazioni del sistema (deflessione dinamica (D), larghezza operativa (W) e intrusione del veicolo (Vi)) devono essere note;
- il veicolo mantiene l'assetto verticale durante e dopo l'impatto (sono ammessi fenomeni moderati di rollio, di beccheggio e d'imbardata);
- la ridirezione dei veicoli è controllata: l'angolo di riinvio deve essere mantenuto al di sotto di una certa ampiezza;
- sono soddisfatti gli indici di severità all'urto prescritti (vedi tabella 3), in particolare, come funzione degli indici ASI e THIV.

Categorie di severità**	Valori degli indici	
<b>A</b>	*ASI ≤ 1,0	*THIV ≤ 33 km/h
<b>B</b>	*ASI ≤ 1,4	
<b>C</b>	*ASI ≤ 1,9	

**Tabella 3 - Livelli ammessi di severità d'urto**

\*(ASI (Acceleration Severity Index): indice misurante la severità del moto del veicolo durante l'urto per una persona seduta, con cinture di sicurezza allacciate - THIV (Theoretical Head Impact Velocity): velocità relativa tra la testa virtuale ipotizzata come ubicata ad una distanza x0 dal punto P ed il veicolo stesso al tempo t)

\*\*Il livello di severità dell'urto A permette un maggiore livello di sicurezza per l'occupante di un veicolo che esce di strada rispetto al livello B, e il livello B maggiore rispetto al livello C.

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

Le barriere e tutti i dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante le informazioni previste nella norma [UNI EN 1317-5](#).

I dispositivi di ritenuta stradale utilizzati ed installati saranno muniti di marcatura CE in conformità alla norma [UNI EN 1317-5](#).

La stazione appaltante, oltre a tale documentazione, acquisirà in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero (crash test), effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi delle norme [UNI EN 1317](#) e le modalità di esecuzione delle prove stesse.

### **Dettagli esecutivi**

Ove previsto da progetto, dovranno essere installate barriere di sicurezza, con o senza mancorrente, in acciaio zincato conformemente alla norma [UNI EN ISO 1461](#), costituite da fascia orizzontale avente categoria sagomata multi-onda fissata a montanti in profilato metallico, infissi su manufatti o nel terreno, e da eventuale mancorrente in tubo d'acciaio zincato; le barriere dovranno essere complete di pezzi speciali, bulloneria,

catarifrangenti ed ogni altro accessorio necessario.

Le fasce dovranno essere collegate tra loro ed ai sostegni mediante bulloni, staffe ed altri sistemi che non comportino saldature da fare in opera in modo che ogni pezzo della fascia possa essere sostituito senza demolizione e ricostruzione di giunti, ma esclusivamente con operazioni meccaniche di smontaggio e montaggio.

I giunti, ottenuti con sovrapposizione delle fasce collegate fra loro e fissate al montante con bulloni atti a garantire la resistenza richiesta, non dovranno presentare risvolti e risalti in senso contrario alla marcia dei veicoli.

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

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

Con l'installazione della barriera sarà fornito il "Manuale per l'utilizzo e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale" nel quale sarà descritto compiutamente il dispositivo di ritenuta e le sue modalità di installazione al fine di consentirne la corretta installazione su strada e fornire le indicazioni necessarie per l'esecuzione degli interventi di manutenzione e ripristino a seguito di futuri danneggiamenti.

### **Specifiche tecniche richieste per barriera di sicurezza in acciaio ondulato**

<b>Prestazioni</b>	
<b>Livello di contenimento</b>	...
<b>Indice di severità dell'urto "ASI"</b>	...
<b>Classe larghezza operativa (W)</b>	...
<b>Classe intrusione del veicolo (VI)</b>	...
<b>Deflessione dinamica normalizzata (D<sub>N</sub>)</b>	\$MANUAL\$ m

I valori effettivi e normalizzati di deflessione dinamica, larghezza operativa e intrusione del veicolo sono ricavabili dal rapporto di prova del prodotto.

<b>Caratteristiche dimensionali</b>	
<b>Altezza da filo pavimentazione</b>	\$MANUAL\$ mm
<b>Dimensioni complessive trasversali</b>	... mm
<b>Interasse tra i pali</b>	... mm
<b>Lunghezza tra i pali (senza terminali)</b>	\$MANUAL\$ m

### **Art. 61.4 Attenuatori d'urto**

L'attenuatore d'urto è un dispositivo atto ad assorbire l'energia di un urto e viene normalmente installato in punti potenzialmente pericolosi per gli autoveicoli come cuspidi d'uscita, bumper autostradali, pilastri, ecc.

Il sistema, conforme ai requisiti ed alle prestazioni di cui alla norma [UNI EN 1317-3](#), dovrà assorbire l'energia d'urto del veicolo rallentandone la corsa in caso di urto frontale o ridirigendolo nella corsia di marcia dopo impatto laterale. Potrà essere del tipo parallelo o non parallelo (o asimmetrico), a seconda delle indicazioni progettuali ovvero della Direzione Lavori e dovrà essere assemblato con componenti comuni, quindi facilmente sostituibili in caso di manutenzione a seguito di impatto.

Dettagli tecnici attenuatori d'urto:

- Classi di velocità: 50, 80, 100, 110 Km/h per attenuatori paralleli e non paralleli

- Certificazione CE: ente accreditato e notificato CSI Certificazione e Testing

La struttura di base dovrà essere in acciaio elettrosaldato e comprenderà una lamiera e una monorotaia di guida per permettere lo scorrimento delle traverse, collegate ai pannelli di ritenuta delle celle di assorbimento. Il bumper (pannello frontale) dovrà essere il collegamento rigido delle lamiere in acciaio multionda che, in seguito all'urto, scivoleranno sovrapposte grazie a un sistema di scorrimento. I pannelli intermedi schiacceranno le celle in modo graduale, dissipando così l'energia cinetica di impatto. In caso d'urto dovrà essere possibile sostituire i soli pannelli assorbitori degli attenuatori, consentendo una maggiore semplicità di ripristino.

Gli attenuatori d'urto dovranno offrire differenti possibilità di installazione: mediante ancoranti chimici per cemento e asfalto o mediante viti di collegamento. Quest'ultima soluzione dovrà consentire di non avere ingombri a filo terra e sarà particolarmente indicata per sopportare urti ripetuti. Una specifica struttura metallica di fondazione infatti, sarà predisposta in uno specifico scavo a sezione obbligata e quindi annegata in calcestruzzo gettato in opera di idonea classe di resistenza. La risultante quota superiore di fondazione sarà equivalente al piano stradale sul quale si avvieranno, agli affioranti raccordi, le viti di collegamento ed ancoraggio della struttura guida dell'attenuatore.

### **Art. 61.5 Delimitazioni in plastica tipo NewJersey**

La barriera stradale tipo NewJersey in polietilene (PE) trova largo impiego in opere di delimitazione stradale temporanea, delimitazione di spazi, parcheggi, piste e simili come pure nella cantieristica urbana.

Attraverso il sistema di fissaggio delle barriere si dovrà consentire la realizzazione di configurazioni lineari, curvilinee e altre forme indicate dal progetto o dalla Direzione Lavori.

Solitamente di colorazione rossa o bianca o secondo prescrizione progettuale, di colore **\$MANUAL\$**, le barriere dovranno essere cave per poterle zavorrare e riempire di acqua o sabbia e garantirne la stabilità sul piano stradale.

Le barriere saranno costruite con stampaggio rotazionale senza giunzioni nè saldature, in modo da assicurare maggiore durata e resistenza agli agenti atmosferici rispetto alle barriere realizzate con tecniche ad iniezione o accoppiamento.

Tutti i modelli dovranno essere predisposti per il collegamento degli elementi fra loro e con le seguenti caratteristiche:

- Materiale: polietilene ad alta densità;
- Resistenza agli agenti atmosferici e inalterabilità dei colori nel tempo (trattamento anti UV);
- Intervallo temperatura di esercizio: da - 30°C a + 60°C.

Gli elementi della barriera potranno essere forniti, a richiesta, completi di delineatori rifrangenti, di barra di collegamento e predisposizione per l'inserimento di pali per segnaletica verticale.

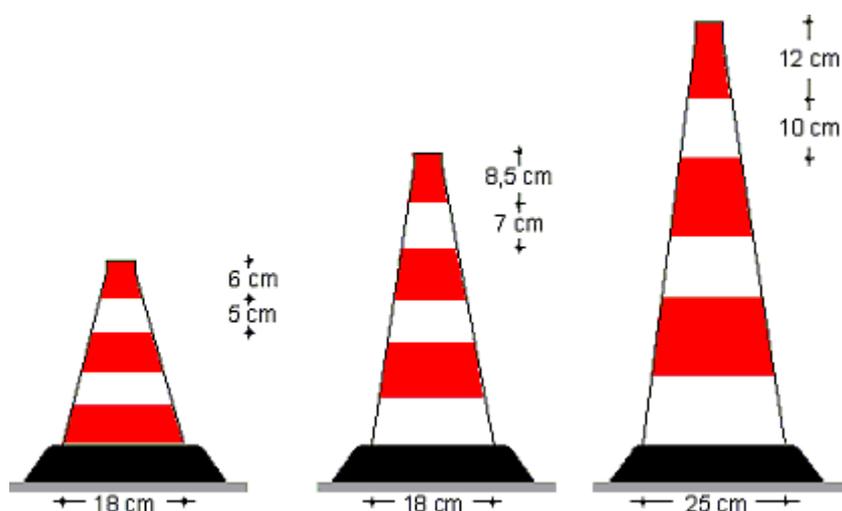
La barriera stradale sarà dotata di due tappi filettati posti rispettivamente nella parte superiore (carico) e nella parte inferiore al fine di scaricare la zavorra (acqua o sabbia).

### **Art. 61.6 Coni e delineatori**

Il **cono** può essere usato per delimitare ed evidenziare zone di lavoro o operazioni di manutenzione stradale di durata non superiore ai due giorni, per il tracciamento di segnaletica orizzontale, incanalamenti temporanei, separazione provvisoria di opposti sensi di marcia e delimitazione di ostacoli provvisori.

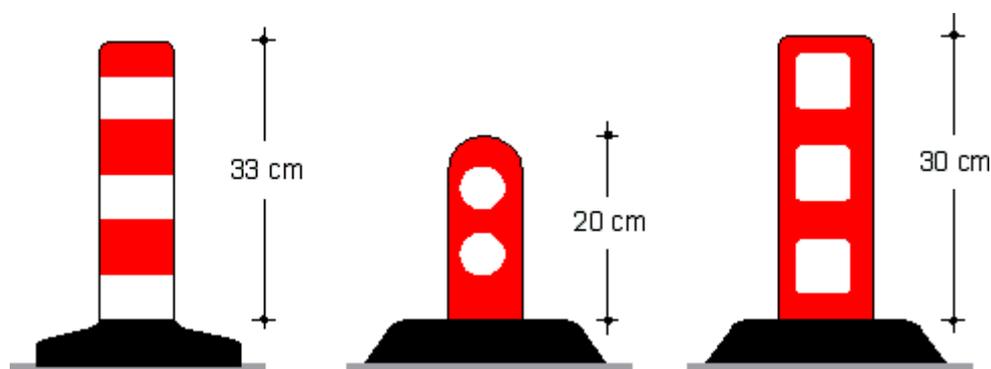
I coni da fornire e posare in opera dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica. Saranno di colore rosso con anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura). Il cono dovrà avere una adeguata base di appoggio appesantita dall'interno o dall'esterno per garantirne la stabilità in ogni condizione.

La frequenza di posa sarà di solito di 12 m in rettilineo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Il **delineatore flessibile** può essere usato per delimitare i sensi di marcia contigui, opposti o paralleli o per delimitare zone di lavoro stradale di durata superiore ai due giorni. I delineatori flessibili, lamellari o cilindrici, dovranno essere costituiti da materiali flessibili quali gomma o plastica; saranno di colore rosso con inserti o anelli di colore bianco retroriflettenti e le dimensioni saranno conformi alle indicazioni del Codice della Strada (art. 21 - vedi figura sotto). La base del delineatore dovrà essere incollabile o altrimenti fissata alla pavimentazione. I delineatori flessibili, se investiti dal traffico, dovranno piegarsi e riprendere la posizione verticale originale senza distaccarsi dalla pavimentazione.

La frequenza di posa sarà di solito 12 m in rettilineo e di 5 m in curva. Nei centri abitati la frequenza sarà dimezzata, salvo diversa distanza necessaria per particolari situazioni della strada, del traffico o diversa indicazione della Direzione Lavori.



Gli elementi prefabbricati per salvagenti pedonali e **delimitatori di corsia** possono essere realizzati in calcestruzzo, costituiti da sezioni componibili mediante appositi incastri. Essi devono essere impiegati solo nelle zone urbane per la creazione di isole pedonali di rifugio ovvero piattaforme di carico.

Le corsie riservate, in cui è permesso il transito solo a determinate categorie di veicoli, possono essere delimitate con elementi in rilievo tali da realizzare una cordolatura longitudinale. In tal caso, gli elementi in rilievo sostituiscono la consueta striscia gialla.

Gli elementi in rilievo, da utilizzare principalmente in ambito urbano, saranno costituiti da manufatti in materiale plastico o gomma di colore giallo. Dovranno essere dotati di un solido sistema di fissaggio alla pavimentazione in modo da impedirne lo spostamento o il distacco per effetto delle sollecitazioni derivanti dal traffico e dovranno essere posizionati in modo da consentire il deflusso delle acque piovane.

Gli elementi dovranno avere una larghezza compresa tra i 15 e 30 cm, altezza compresa (tra 5 e 15 cm) con una consistenza ed un profilo tale da consentirne il sormonto in caso di necessità. Potranno essere dotati di inserti rifrangenti o di altri sistemi catadiottrici per renderli maggiormente visibili.

I delimitatori di corsia in materiale plastico o gomma, dovranno essere omologati dal Ministero competente ai sensi dell'art. 192 del d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada).

Tale cordolo, in gomma naturale, composto da elementi modulari di lunghezza cm \$MANUAL\$, larghezza cm

\$MANUAL\$ ed altezza cm \$MANUAL\$, dovrà avere colorazione gialla realizzata in pasta e non per verniciatura, con inserti rifrangenti in preformato. I vari elementi dovranno essere possibilmente dotati di innesti maschio-femmina tali da garantire la maggior stabilità possibile durante il periodo di esercizio. Dovranno altresì essere predisposti per l'inserimento di delineatori rifrangenti verticali e flessibili quali cilindri, bandierine e simili.

Il rapporto tra base ed altezza dovrà essere compreso tra due e quattro, il profilo trasversale dovrà essere convesso e la tangente al profilo, lungo l'intero sviluppo, non dovrà formare con l'orizzontale un angolo superiore a 70°.

I vari elementi saranno posti in opera mediante fissaggio con barre filettate e/o tasselli fissati mediante malte cementizie ad espansione o fiale di materiali indurenti bicomponenti. Il costo di tali elementi di fissaggio è compreso nel prezzo e della fornitura e della posa del cordolo di che trattasi.

### **Art. 61.7** **Rallentatori di velocità**

Sulla strada, per tutta la larghezza della carreggiata, ovvero per una o più corsie nel senso di marcia interessato, si adotteranno sistemi di rallentamento della velocità costituiti da bande trasversali ad effetto ottico, acustico o vibratorio, ottenibili con opportuni mezzi di segnalamento orizzontale o trattamento della superficie della pavimentazione.

I sistemi di rallentamento ad **effetto ottico** saranno realizzati conformemente alla norma [UNI/TR 11670](#) mediante applicazione in serie di almeno 4 strisce bianche rifrangenti aventi prestazioni minime rispondenti alla norma [UNI EN 1436](#) con larghezza crescente nel senso di marcia e distanziamento decrescente. La prima striscia dovrà avere una larghezza di 20 cm, le successive con incremento di almeno 10 cm di larghezza (vedi figura). In merito alle proprietà dei materiali da utilizzare in tali sistemi si farà riferimento alla norma [UNI EN 1871](#).



Sulla base delle indicazioni progettuali ovvero della Direzione Lavori, i sistemi di rallentamento ad **effetto acustico** saranno realizzati mediante irruvidimento della pavimentazione stradale ottenuta con la scarificazione o incisione superficiale della stessa o con l'applicazione di strati sottili di materiale in rilievo in aderenza, eventualmente integrato con dispositivi rifrangenti. Tali dispositivi possono anche determinare effetti vibratorii di limitata intensità.

Sulle strade dove vige un limite di velocità inferiore o uguale ai 50 km/h si potranno adottare **dossi artificiali** evidenziati mediante zebraure gialle e nere parallele alla direzione di marcia, di larghezza uguale sia per i segni che per gli intervalli, visibili sia di giorno che di notte.

I dossi artificiali potranno essere posti in opera solo su strade residenziali, nei parchi pubblici e privati, nei residences, ecc.; possono essere installati in serie e devono essere presegnalati. Ne è vietato l'impiego sulle strade che costituiscono itinerari preferenziali dei veicoli normalmente impiegati per servizi di soccorso o di pronto intervento.

I dossi di cui sopra, sono costituiti da elementi in rilievo prefabbricati o da ondulazioni della pavimentazione a profilo convesso. In funzione dei limiti di velocità vigenti sulla strada interessata i dossi hanno le seguenti dimensioni:

- a) per limiti di velocità pari o inferiori a 50 km/h: larghezza  $\geq$  a 60 cm e altezza  $\leq$  a 3 cm;
- b) per limiti di velocità pari o inferiori a 40 km/h: larghezza  $\geq$  a 90 cm e altezza  $\leq$  a 5 cm;
- c) per limiti di velocità pari o inferiori a 30 km/h: larghezza  $\geq$  a 120 cm e altezza  $\leq$  a 7 cm.

I tipi a) e b) dovranno essere realizzati in elementi modulari in gomma o materiale plastico, il tipo c) potrà

essere realizzato anche in conglomerato. Nella zona interessata dai dossi dovranno essere adottate idonee misure per l'allontanamento delle acque. Nelle installazioni in serie la distanza tra i rallentatori, deve essere compresa tra 20 e 100 m a seconda della sezione adottata.

I rallentatori di velocità prefabbricati dovranno essere fortemente ancorati alla pavimentazione, onde evitare spostamenti o distacchi dei singoli elementi o parte di essi, e dovranno essere facilmente rimovibili. La superficie superiore dei rallentatori sia prefabbricati che strutturali deve essere antisdrucchiolevole.

I dispositivi rallentatori di velocità prefabbricati dovranno essere omologati per la circolazione e la sicurezza stradale; la loro installazione sarà resa possibile previa ordinanza dell'ente proprietario della strada che ne determina il tipo e la ubicazione.

## **SEGNALETICA STRADALE**

### **Art. 62.1**

#### **Segnaletica orizzontale - Generalità**

Ai sensi dell'articolo 40 del Nuovo Codice della Strada d.lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali orizzontali, tracciati sulla strada, servono per regolare la circolazione, per guidare gli utenti e per fornire prescrizioni od utili indicazioni per particolari comportamenti da seguire.

I segnali orizzontali si dividono in:

- a) strisce longitudinali;
- b) strisce trasversali;
- c) attraversamenti pedonali o ciclabili;
- d) frecce direzionali;
- e) iscrizioni e simboli;
- f) strisce di delimitazione degli stalli di sosta o per la sosta riservata;
- g) isole di traffico o di presegnalamento di ostacoli entro la carreggiata;
- h) strisce di delimitazione della fermata dei veicoli in servizio di trasporto pubblico di linea;
- i) altri segnali stabiliti dal regolamento.

Le strisce longitudinali possono essere continue o discontinue. Nel regolamento (Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada - d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495) sono stabilite norme per le forme, le dimensioni, i colori, i simboli e le caratteristiche dei segnali stradali orizzontali, nonché le loro modalità di applicazione.

La segnaletica orizzontale da realizzare sul tracciato stradale può impiegare materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse ma conformi alla Linea guida **UNI/TR 11670**, al fine di soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali.

I prodotti vernicianti da utilizzare sono distinti in tre livelli così di seguito riportati:

- a) vernici a solvente per applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate;
- b) termospruzzati plastici per applicazioni di routine;
- c) laminati elastoplastici o prodotti speciali per applicazioni in zone ad alta pericolosità.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada d.lgs. n. 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada d.P.R. n. 495 del 16/12/1992, dal d.P.R. 16 settembre 1996 n. 610 e dai disegni esecutivi progettuali eventualmente allegati al presente Capitolato Speciale.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica orizzontale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

#### ***Caratteristiche dei materiali***

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

##### **A) Vernici**

Possono essere di due tipi:

- 1) idropitture con microsfere di vetro (**UNI EN 1424**) postspruzzate:

la vernice deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

2) pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate:  
la vernice deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro conforme alla norma [UNI EN 1423](#), il tutto disperso in diluenti o solventi idonei.

### **B) Termoplastico:**

il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e postspruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

### **C) Laminati elastoplastici:**

- C.1 per applicazioni provvisorie;
- C.2 per applicazioni poco sollecitate;
- C.3 per applicazioni altamente sollecitate.

### **Prestazioni**

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa [UNI EN 1436](#), ai quali tutti i prodotti impiegati nei servizi di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita funzionale.

Valori minori a quelli indicati dalla scheda tecnica, che deve essere prodotta dall'appaltatore prima dell'inizio della posa in opera, sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti e comportano l'immediata sostituzione del materiale.

È facoltà del Direttore dei lavori, al fine di verificare i parametri prestazionali del materiale da porre in opera, richiedere all'appaltatore e/o eseguire per proprio conto dei provini della segnaletica.

Tali provini sono costituiti da lamierini metallici, delle dimensioni di cm 30 x 100, sui quali sarà posto in opera il materiale destinato alla segnaletica orizzontale.

Saranno eseguiti rilievi della visibilità notturna (valori RL), di derapaggio (SRT) e del colore (fattore). La segnaletica orizzontale, a partire dalla posa in opera, deve essere efficiente, per tutto il periodo della sua vita funzionale, sia in termini di visibilità notturna, sia di antiscivolosità.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

- colore;
- visibilità notturna (retroreflessione);
- resistenza al derapaggio;
- tempo d'essiccazione.

### **COLORE**

Il colore delle vernici da utilizzare per la segnaletica orizzontale viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferita al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526-1999).

I colori della segnaletica orizzontale devono rientrare, per tutta la durata della loro vita funzionale, all'interno dei valori indicati dalla normativa tecnica di cui sopra. La vernice dovrà essere omogenea, di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi.

### **VISIBILITÀ NOTTURNA**

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminanza retroreflessa  $R_L$ .

Il valore minimo del coefficiente di luminanza retroreflessa  $R_L$  deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale pari a:

Tipo di materiale		Coefficiente minimo di luminanza retroreflessa $R_L * mcd * m^2 * lux^{-1}$	Classe
Permanente			
A -B	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 <sup>a)</sup>
A - B	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 <sup>a)</sup>
C	Bianco	$R_L \geq 110$	R3 <sup>a)</sup>
Temporaneo			

A - B - C	Giallo	$R_L \geq 110$	R3 <sup>a)</sup>
-----------	--------	----------------	------------------

#### RESISTENZA AL DERAPAGGIO (SRT)

La segnaletica orizzontale deve possedere tra le sue caratteristiche la resistenza allo slittamento, determinato dal contatto tra il pneumatico e il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie standard, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo A, B e C e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimo
S1	$SRT \geq 45$

#### TEMPO D'ESSICCAZIONE

La vernice applicata sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e + 40°C ed umidità relativa non superiore al 70%, deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione. Nel caso di termoplastico deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180÷240 secondi per l'estruso.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

#### **Esecuzione**

Le fasi di installazione, di disinstallazione e di rifacimento o manutenzione della segnaletica stradale, unitamente agli interventi eseguiti in emergenza, costituiscono attività lavorative comportanti un rischio derivante dall'interferenza con il traffico veicolare.

Per tale motivo tutte le operazioni dell'appaltatore dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle procedure e dei criteri minimi previsti dal Decreto ministeriale 22 gennaio 2019 e relativi allegati, con particolare attenzione a:

- Dotazioni delle squadre di intervento,
- Limitazioni operative legate a particolari condizioni ambientali
- Gestione operativa degli interventi
- Presegnalazione di inizio intervento
- Sbandieramento
- Regolamentazione del traffico con movieri
- Spostamento a piedi degli operatori
- Attraversamento a piedi delle carreggiate
- Presenza di veicoli operativi
- Entrata ed uscita dal cantiere
- Situazioni di emergenza
- Rimozione di ostacoli dalla carreggiata
- Segnalazione e delimitazione di cantieri fissi
- Segnalazione di interventi all'interno di gallerie

#### **Segnaletica consigliata nel caso di intervento su strade aperte al traffico veicolare**



Figura II 391 Art. 31

SEGNI ORIZZONTALI IN  
RIFACIMENTO



Figura II 391c Art. 31

CORSIE A LARGHEZZA  
RIDOTTA

Le superfici interessate dalla stesa della segnaletica orizzontale, dovranno essere preventivamente pulite accuratamente, in modo tale da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce d'olio o grasso per mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti dal Direttore dei lavori. Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, a effettuare la rimozione e il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti, ecc.).

I materiali devono avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

L'appaltatore dovrà fornire, ove contemplato dal progetto e/o dalle indicazioni del Direttore dei lavori, nella giusta dimensione, quantità e posizione, l'inserito di catarifrangenti stradali inglobati nella segnaletica orizzontale (marker stradali o occhi di gatto) secondo i requisiti indicati dalla norma [UNI EN 1463-1](#).

Le strisce in genere, così come tutta la segnaletica orizzontale, potranno essere di ripasso o di primo impianto; l'Impresa, ovunque sia necessario, effettuerà il preventivo tracciamento secondo le dimensioni che saranno precisate dalla Direzione lavori; tale tracciamento dovrà essere eseguito con attrezzature idonee e personale qualificato in modo da ottenere un risultato di stesa geometricamente a perfetta regola d'arte.

La cancellatura della segnaletica orizzontale, sia gratuita perché ad onere dell'Impresa che a pagamento, dovrà essere eseguita con sistemi approvati dalla Stazione appaltante.

### **Controlli**

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti ai sensi della norma [UNI EN 1824](#) saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori, all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stato effettuato il prelievo e/o la prova.

Tali verifiche saranno effettuate nella quantità che la Stazione Appaltante riterrà opportuna e come previsto dalle Appendici B, C e D alla norma [UNI EN 1436](#) per i requisiti di colore, visibilità notturna e resistenza al

derapaggio.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

## **Art. 62.2** **Segnaletica verticale - Generalità**

Ai sensi dell'articolo 39 del Nuovo Codice della Strada d.lgs. 30 aprile 1992 n. 285 e s.m.i. i segnali verticali si dividono nelle seguenti categorie:

**A)** segnali di pericolo: preavvisano l'esistenza di pericoli, ne indicano la natura e impongono ai conducenti di tenere un comportamento prudente;

**B)** segnali di prescrizione: rendono noti obblighi, divieti e limitazioni cui gli utenti della strada devono uniformarsi; si suddividono in: a) segnali di precedenza; b) segnali di divieto; c) segnali di obbligo;

**C)** segnali di indicazione: hanno la funzione di fornire agli utenti della strada informazioni necessarie o utili per la guida e per la individuazione di località, itinerari, servizi ed impianti; si suddividono in:

a) segnali di preavviso; b) segnali di direzione; c) segnali di conferma; d) segnali di identificazione strade; e) segnali di itinerario; f) segnali di località e centro abitato; g) segnali di nome strada; h) segnali turistici e di territorio; i) altri segnali che danno informazioni necessarie per la guida dei veicoli; l) altri segnali che indicano installazioni o servizi.

Il Regolamento del Codice della strada (d.P.R. 16/12/1992, n. 495) stabilisce forme, dimensioni, colori e simboli dei segnali stradali verticali e le loro modalità di impiego e di apposizione.

Le parti principali di cui si compone un impianto di segnaletica verticale sono: il plinto, il sostegno (palo), il segnale o il gruppo di segnali, ed in casi di impianto segnaletico più complesso, le paline per controventature (pali che sostengono l'impianto contro la forza del vento) le staffe di ancoraggio e la bulloneria.

I plinti di fondazione dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio, ed avere dimensioni tali, calcolate in funzione della natura dei materiali di cui è composto il sottofondo su cui impiantare il palo di sostegno, da assicurarne la perfetta stabilità e perpendicolarità rispetto al piano di calpestio.

Le paline: realizzate in acciaio zincato a caldo, a sezione circolare, con spessore e diametro idonei e lunghezza proporzionata alla quantità di segnali da sostenere ed all'altezza dal piano di calpestio prevista dal Codice della Strada, dovranno essere dotati di dispositivo antirotazione (scanalatura per tutta la lunghezza del palo, che evita la rotazione del segnale), di apposito foro all'estremità inferiore per l'inserimento dello spinotto necessario all'ancoraggio del palo al plinto e tappo di chiusura all'estremità superiore.

Per le specifiche relative alla tipologia di segnaletica verticale da porre in opera e alla sua ubicazione, si rimanda all'elaborato progettuale di dettaglio allegato al capitolato.

### ***Caratteristiche dei materiali***

I materiali di segnaletica stradale verticale ed accessori oggetto della realizzazione dovranno essere rigorosamente conformi a tutti i requisiti tecnici e normativi (comprese le caratteristiche prestazionali, tipologie, dimensioni, misure, scritte, simboli e colori) di cui al Regolamento (UE) n. 305/2011, alla norma armonizzata UNI EN 12899-1, al d.P.R. 16/12/1992, n. 495 recante il "Regolamento di esecuzione ed attuazione del nuovo Codice della Strada" e alla Norma [UNI 11480](#).

Tutti i materiali retroriflettenti costituenti la faccia a vista dei segnali verticali permanenti devono essere certificati e marcati CE ai sensi del Regolamento (UE) n.305/2011 e della norma europea UNI EN 12899-1.

Tutti i materiali retroriflettenti devono inoltre essere valutati ai sensi della Norma UNI 11480, al fine di verificarne la conformità delle prestazioni visive in condizioni diurne e stabilirne la rispondenza al livello prestazionale più idoneo, fra i tre definiti dalla norma: inferiore, base o superiore.

Nel caso di pellicole di classe 1 con "livello prestazionale inferiore", corrispondenti a quelli già definiti a normale risposta luminosa, si dovrà avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale  $R_A$  non inferiore ai valori riportati nel prospetto 3 della norma UNI 11480, e dovrà mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati. Tali materiali retroriflettenti possono essere usati solo limitatamente ai casi in cui ciò è consentito e ove sia prevista una vita utile del segnale stradale inferiore ai 10 anni, secondo quanto ribadito dalla Direttiva Ministeriale 4867/RU del 2013.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale base", corrispondenti a quelli già definiti ad elevata risposta luminosa, dovranno avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale  $R_A$  non inferiore ai valori riportati nel prospetto 4 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

Le pellicole di classe 2 con "livello prestazionale superiore", corrispondenti a quelli già definiti ad altissima risposta luminosa, devono avere un coefficiente di retroriflessione minimo iniziale  $R_A$  non inferiore ai valori riportati nel prospetto 5 della norma UNI 11480, e devono mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle condizioni medie ambientali d'uso. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno 3 anni. Tali pellicole possono essere anche del tipo "fluoro-rifrangente", cioè con più elevato fattore di luminanza e conseguentemente più elevata visibilità diurna, caratteristica utile in particolare per la segnaletica verticale temporanea. In questo caso il coefficiente di retroriflessione minimo iniziale  $R_A$  non deve essere inferiore ai valori riportati nel prospetto 6 della norma UNI 11480. Nel caso di colori realizzati mediante stampa serigrafica, stampa digitale o applicazione di trasparenti protettivi autoadesivi ad intaglio, il coefficiente di retroriflessione non deve essere inferiore al 70% dei valori su menzionati.

L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto dal progetto e dal presente capitolato, e per i segnali: "dare precedenza", "fermarsi e dare precedenza", "dare precedenza a destra", "divieto di sorpasso", nonché per i segnali permanenti di preavviso e di direzione. L'impiego di pellicole con tecnologia a microprismi è consentito qualora siano rispettate le caratteristiche prestazionali previste dalla norma [UNI 11122](#).

I pannelli dei segnali ed i sostegni che caratterizzano le prestazioni strutturali e la costruzione dei segnali verticali permanenti devono soddisfare i requisiti di cui alla norma UNI 11480, in applicazione alla norma armonizzata [UNI EN 12899-1](#).

I segnali stradali permanenti possono essere costruiti in acciaio, alluminio, plastica o negli altri materiali previsti dalla norma UNI EN 12899-1 purché conformi alle "**Prestazioni**" strutturali di seguito indicate.

In particolare il supporto dei segnali sarà realizzato in [\\$MANUAL\\$](#), dello spessore di mm. [\\$MANUAL\\$](#) ricavandolo da elementi perfettamente piani, al fine di non provocare al segnale stradale incurvature intollerabili. La faccia del pannello, atta all'applicazione del messaggio, deve essere completamente liscia senza alcuna scanalatura o protuberanza ed esente da sbavature.

#### **Supporti in lamiera**

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta con spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e dello spessore di 30/10 di millimetro per targhe superiori ai 5 metri quadrati.

#### **Rinforzo perimetrale**

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola dalle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

#### **Traverse di rinforzo e di collegamento**

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1,50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

#### **Traverse intelaiature**

Dove necessario, sono prescritte per i cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe ed attacchi a morsetto per il collegamento, con bulloni in acciaio zincato nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, con la lunghezza prescritta per i singoli cartelli.

La zincatura delle traverse, delle staffe e degli attacchi dovrà essere conforme alle prescrizioni delle norme [UNI EN 10244-1](#) e [UNI EN 10244-2](#).

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari in alluminio, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di bulloncini in acciaio zincato sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

Per evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro con profilo a "C", oppure

ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe con dispositivi antirotazione in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria, anch'essa zincata.

## **SOSTEGNI**

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare antirotazione (art. 82 d.P.R. n. 495/92) diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità, dovranno essere zincati a caldo conformemente alle norme UNI e ASTM.

Detti sostegni, comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, non dovranno essere sottodimensionati, nemmeno in termini di peso (Kg/m).

I sostegni devono avere, nei casi di sezione circolare, un dispositivo inamovibile antirotazione del segnale rispetto al sostegno e del sostegno rispetto al terreno. La sezione del sostegno deve garantire la stabilità del segnale in condizione di sollecitazioni derivanti da fattori ambientali.

I sostegni, al pari dei supporti dei segnali stradali, devono essere adeguatamente protetti contro la corrosione. Previo parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie. Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica.

## ***Prestazioni***

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, alle Norme Tecniche sulle costruzioni ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe, frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità della Ditta aggiudicataria, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/h.

I carichi statici e dinamici per la valutazione delle prestazioni meccaniche e strutturali, devono essere conformi a quanto definito dal punto 5.1 della norma UNI EN 12899-1, mediante l'utilizzo dei coefficienti specificati per i rispettivi materiali.

I valori minimi per le prestazioni strutturali devono essere conformi, per tutti i materiali utilizzati, a quelli previsti dalla UNI 11480 al punto 5.3, con le seguenti classi:

- Spinta del vento: Classe WL6 o WL7
- Carico dinamico da neve: Classe DSL1 (o DSL2 , DSL3 , DSL4)
- Carichi concentrati: Classe PL1
- Deformazioni Temporanee - Flessione: Classe TDB5
- Deformazioni Temporanee - Torsione: Non richiesta

Sono accettate classi migliorative per i valori minimi prestazionali elencati.

Le dimensioni dei segnali verticali di forma standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 1 del d.P.R. 16 dicembre 1992, n. 495; le dimensioni dei segnali verticali non standard devono essere conformi a quanto previsto dall'art. 80, comma 7 dello stesso decreto.

Le tolleranze ammissibili, rispetto alle misure nominali sono:

- per la faccia a vista del segnale:  $\pm 1/-12$  mm, in conformità al punto 4.1. della [UNI 11480](#);
- per il pannello:  $-1/+7$  mm, in conformità al punto 5.6 della UNI 11480.

Il raggio di curvatura non deve essere inferiore a 10 mm. Il bordo del pannello deve essere conforme al punto 5.9 della norma UNI 11480. Per motivi antinfortunistici il bordo del supporto non deve presentare pericoli di taglio.

Il retro ed il bordo dei pannelli (ad eccezione di quelli in legno) devono essere realizzati con un colore neutro e opaco.

I segnali non devono presentare perforazione della faccia a vista. Qualora realizzati in acciaio, alluminio o legno, devono avere una resistenza alla corrosione conforme al punto 5.10 della norma UNI 11480, con classe di resistenza SP1.

I fissaggi dei segnali e i sostegni devono essere conformi rispettivamente al par. 6 e al par. 7 della UNI 11480.

In particolare, i segnali - affinché siano conformi alle prescrizioni della UNI EN 12899-1, devono essere forniti provvisti di collari di aggancio per il sostegno aventi le stesse caratteristiche tecnico-costruttive e di disegno ovvero corrispondenti a quelli utilizzati nelle prove iniziali di tipo.

A tergo di ogni segnale dovranno essere indicati, a cura e spese del fornitore, una serie di iscrizioni che, globalmente, in conformità di quanto disposto al punto 7 dell'art. 77 del d.P.R. n. 495/92, non dovranno occupare una superficie maggiore di cmq. 200 ed indicare chiaramente:

- l'ente o l'amministrazione proprietari della strada;
- il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale;
- il marchio della ditta che ha fornito o installato il segnale (non obbligatorio ma opportuno);
- l'anno di fabbricazione
- gli estremi dell'ordinanza di apposizione

### ***Marcatura CE***

La marcatura CE deve essere apposta in modo visibile, leggibile e indelebile sul prodotto o su un'etichetta ad esso applicata. Se ciò fosse impossibile o ingiustificato a causa della natura del prodotto (e solo in questo caso), essa dovrà essere apposta sull'imballaggio o sui documenti di accompagnamento.

La marcatura CE dei segnali verticali permanenti deve avvenire secondo una delle modalità indicate al punto 5.5 della UNI 11480.

E' possibile utilizzare dei sostegni circolari, a sezione quadrata o rettangolare, che possiedano la marcatura CE ai sensi del Regolamento (UE) 305/2011 sulla base della norma [UNI EN 12899-1](#).

Eventuali segnali temporanei non sono soggetti alla marcatura CE, ma l'utilizzo di pellicole retroriflettenti marcate CE è fortemente raccomandato.

### ***Esecuzione***

Le fasi di installazione, di disinstallazione e di rifacimento o manutenzione della segnaletica stradale, unitamente agli interventi eseguiti in emergenza, costituiscono attività lavorative comportanti un rischio derivante dall'interferenza con il traffico veicolare.

Per tale motivo tutte le operazioni dell'appaltatore dovranno essere eseguite nel pieno rispetto delle procedure e dei criteri minimi previsti dal Decreto ministeriale 22 gennaio 2019 e relativi allegati, con particolare attenzione a:

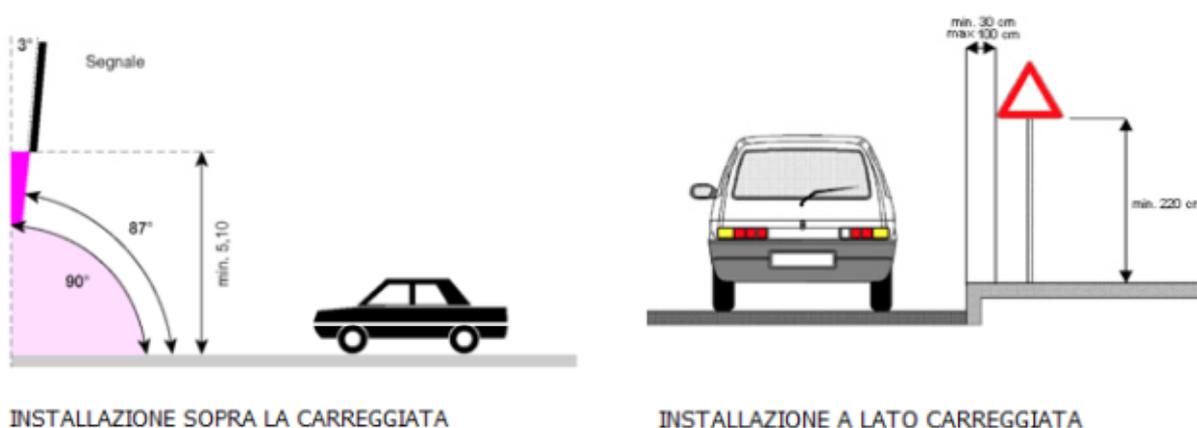
- Dotazioni delle squadre di intervento,
- Limitazioni operative legate a particolari condizioni ambientali
- Gestione operativa degli interventi
- Presegnalazione di inizio intervento
- Sbandieramento
- Regolamentazione del traffico con movieri
- Spostamento a piedi degli operatori
- Attraversamento a piedi delle carreggiate
- Presenza di veicoli operativi
- Entrata ed uscita dal cantiere
- Situazioni di emergenza
- Rimozione di ostacoli dalla carreggiata
- Segnalazione e delimitazione di cantieri fissi
- Segnalazione di interventi all'interno di gallerie

I segnali verticali sono installati, di norma, sul lato destro della strada. Possono essere ripetuti sul lato sinistro ovvero installati su isole spartitraffico o al di sopra della carreggiata, quando è necessario per motivi di sicurezza ovvero previsto dalle norme specifiche.

I segnali da ubicare sul lato della sede stradale (segnali laterali) devono avere il bordo verticale interno a distanza non inferiore a 0,30 m e non superiore a 1,00 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina (v. figura). Distanze inferiori, purché il segnale non sporga sulla carreggiata, sono ammesse in caso di limitazione di spazio. I sostegni verticali dei segnali devono essere collocati a distanza non inferiore a 0,50 m dal ciglio del marciapiede o dal bordo esterno della banchina; in presenza di barriere i sostegni possono essere ubicati all'esterno e a ridosso delle barriere medesime, purché non si determinino sporgenze rispetto alle stesse. Per altezza dei segnali stradali dal suolo si intende l'altezza del bordo inferiore del cartello o del pannello integrativo più basso dal piano orizzontale tangente al punto più alto della carreggiata in quella sezione. Su tratte omogenee di strada i segnali devono essere posti, per quanto possibile, ad altezza uniforme. L'altezza minima dei segnali laterali è di 0,60 m e la massima è di 2,20 m, ad eccezione di quelli mobili. Lungo le strade urbane, per particolari condizioni ambientali, i segnali possono essere posti ad altezza superiore e comunque non oltre 4,50 m. Tutti i segnali insistenti su marciapiedi o comunque su percorsi pedonali devono avere un'altezza minima di 2,20 m, ad eccezione delle lanterne semaforiche. I segnali collocati al di sopra della carreggiata devono avere un'altezza minima di 5,10 m, salvo nei casi di applicazione su manufatti di altezza

inferiore ed avere un'altezza ed un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare alla superficie stradale in funzione dell'andamento altimetrico della strada. Per i segnali posti ad altezza di 5,10 m, detta inclinazione sulle strade pianeggianti è di 3° circa verso il lato da cui provengono i veicoli (v. figura).

### Installazione segnaletica verticale



I segnali di prescrizione devono essere installati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui inizia la prescrizione. I segnali che indicano la fine del divieto o dell'obbligo devono essere installati in corrispondenza o il più vicino possibile al punto in cui cessa il divieto o l'obbligo stesso. In funzione delle caratteristiche del materiale impiegato, la disposizione del segnale deve essere tale da non dare luogo ad abbagliamento o a riduzione di leggibilità del segnale stesso.

### Controlli

Le prove o controlli degli standard prestazionali dei materiali previsti saranno effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti. Questi saranno eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, e qualora questo non si presenti, l'avvenuta verifica sarà comunicata dal Direttore dei lavori all'Appaltatore con espresso verbale che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la verifica e/o la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in cantiere con l'ausilio di specifiche strumentazioni a insindacabile giudizio del Direttore dei lavori.

I controlli tenderanno alla verifica dei seguenti dati e parametri essenziali per la segnaletica permanente:

- Certificazioni del fornitore e del produttore;
- Categoria del Segnale stradale tra quelle individuate dal Nuovo Codice della Strada;
- Materiale del supporto;
- Spessore del materiale [mm];
- Forma del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Formato del segnale così come previsto dal titolo II del Nuovo Codice della Strada;
- Spinta del vento così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 8;
- Carico dinamico della neve: parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 9;
- Carichi concentrati: parametro strutturale del pannello integrativo così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 10;
- Deformazione temporanea massima (Flessione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 11;
- Deformazione temporanea massima (Torsione): parametro strutturale del segnale così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1 prospetto 12;
- Classe rifrangenza pellicole dettata dalla normativa vigente;
- Iscrizione sul retro del supporto così come previsto dalla norma UNI EN 12899-1.

## **LAVORI IN GALLERIA**

### **Art. 63.1 NORME GENERALI DI ESECUZIONE**

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà:

- a) di prescrivere all'atto pratico le modalità in genere da osservare nella costruzione delle gallerie, fissando il sistema di attacco per l'esecuzione degli scavi e la natura dei rivestimenti;
- b) di cambiare le disposizioni già date quando le ravvisi non più confacenti alle condizioni del lavoro, essendo di sua esclusiva competenza di giudicare su ciò che convenga fare in ogni singolo caso per la buona riuscita dell'opera;
- c) di modificare la forma della sezione delle gallerie quante volte, per la natura dei terreni attraversati o per qualunque altra ragione, lo giudichi conveniente e di stabilire lo spessore da assegnare ai rivestimenti man mano che procede l'avanzamento degli scavi.

L'Appaltatore è obbligato ad uniformarsi agli ordini che al riguardo gli siano impartiti, e ciò senza che egli possa sollevare mai eccezione di sorta, o pretendere indennizzi e compensi speciali oltre al pagamento dei diversi lavori in base ai prezzi di contratto.

L'Appaltatore è tenuto alla più scrupolosa osservanza di tutte le "norme per la sicurezza e l'igiene del lavoro in sotterraneo", emanate ed emanande, ed in particolare a far riferimento alle norme di cui al d.P.R. 320/1956 e s.m.i.

### **Art. 63.2 SCAVI**

Oltre alle prescrizioni contenute nel presente e nei seguenti articoli valgono per gli scavi in galleria tutte quelle degli articoli precedenti relativi agli scavi all'aperto.

I lavori di scavo dovranno eseguirsi secondo le migliori regole suggerite dalla Stazione Appaltante in relazione alla natura, alla stratificazione, al comportamento ed in generale alle particolari condizioni dei terreni che si incontrano, ed essere condotti con la massima cautela e regolarità, in modo da impedire ogni scoscendimento di materie, tanto presso gli imbocchi, finestre e pozzi delle gallerie, quanto nell'interno delle medesime, e da garantire perfettamente la sicurezza degli operai.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà prendere di sua iniziativa tutte le disposizioni necessarie ad assicurare il buon andamento dei lavori, affinché, ad opera compiuta, le gallerie, insieme ad una perfetta esattezza nel tracciato e nella livellazione, presentino le più sicure garanzie di stabilità.

Resta inteso però che è riservato alla Direzione dei Lavori il diritto di ordinare, anche in corso di lavoro, l'esecuzione degli scavi attraverso i pozzi, finestre, o cunicoli laterali con il metodo di costruzione a scudo o con perforazione meccanica, anche se non prevista nel presente Capitolato.

Prima di dare inizio agli scavi sotterranei dovrà essere assicurata completamente l'intestatura di ogni imbocco della galleria, anche, se venga prescritto, con la costruzione della fronte in muratura.

In genere nello scavo delle gallerie si dovrà procedere con l'eseguire dapprima una piccola galleria detta d'avanzamento o cunicolo di direzione che, a seconda del sistema di attacco che verrà prescritto, potrà essere aperta in calotta o in base. Dopo lo scavo di detto cunicolo si procederà agli scavi di allargamento delle parti superiori della galleria e finalmente allo scavo degli strozzi ed accessori.

Di norma si deve far precedere, allo scavo dello strozzo e dei piedritti, lo scavo ed il rivestimento della calotta, e tale rivestimento dovrà essere fatto per anelli di lunghezza variabile da tre a sei metri.

Gli scavi di allargamento dovranno sempre procedere di pari passo con quelli dell'avanzata, in modo che la distanza tra i diversi attacchi sia al massimo di metri 30, facendo seguire le murature di rivestimento col progresso degli scavi.

Qualora sia richiesto dalla natura e qualità del terreno attraversato, la detta distanza di 30 m dovrà essere ridotta in quei limiti che dalla Direzione dei Lavori siano prescritti.

Nei terreni più pericolosi potrà essere anche prescritto di non procedere all'allargamento di un anello prima che il precedente sia stato interamente rivestito in muratura.

Qualora però la Direzione dei Lavori, per speciali condizioni di terreno, giudichi necessario od opportuno di eseguire lo scavo ed il rivestimento dei piedritti con o senza arco rovescio prima di scavare e rivestire la calotta,

l'Appaltatore dovrà, in seguito al relativo ordine, adottare tale sistema di costruzione, senza avere per ciò diritto ad alcuno speciale compenso.

### **Art. 63.3 PUNTELLAZIONI E ARMATURE**

Tutti gli scavi in galleria dovranno essere sostenuti da apposite armature e puntellazioni in legno o con ferro, di robustezza sufficiente per resistere in ogni evento alle pressioni, alle quali, secondo la natura del terreno, siano sottoposte.

La superficie di scavo interposto tra le due armature successive dovrà essere sostenuta con tavoloni e longherine.

Le centine da mettere in opera per la costruzione della volta di rivestimento dovranno restare sempre interamente indipendenti dalle armature dello scavo.

Non potranno poggiarsi inoltre sulle murature di rivestimento i legnami delle armature dello scavo delle parti contigue della galleria.

Nel togliere gradualmente i legnami delle armature al progredire del rivestimento, dovranno essere usate tutte le prescrizioni che la regola d'arte impone per impedire scoscendimenti. Quando ciò non sia possibile, si dovranno lasciare in posto i legnami, murandoli dietro il rivestimento, purché però il rivestimento stesso risulti di grossezza non inferiore a quella prescritta.

### **Art. 63.4 PROSCIUGAMENTI**

Ove si raccolgano acque negli scavi di galleria, queste dovranno essere completamente estratte, mettendo in opera tutti i mezzi necessari, naturali od artificiali, al fine di mantenere i lavori perfettamente liberi dall'acqua.

Negli attacchi in ascesa, praticati direttamente dagli imbicchi o dalle finestre laterali, dovrà essere procurato il regolare deflusso verso l'esterno delle acque d'infiltrazione, mediante acconci canali, rivestiti ove occorra con tavelloni, e mantenuti sempre a perfetto spurgo.

Negli attacchi o cavi in discesa, praticati dagli imbicchi o dalle finestre laterali, ed in quelli eseguiti da pozzi, i lavori dovranno essere pur sempre con diligenza mantenuti liberi dall'acqua mediante canali costruiti come sopra che conducano le acque in recipienti convenientemente collocati od in pozzetti scavati, ed occorrendo, anche rivestiti in muratura. Da questi recipienti o pozzetti le acque raccolte dovranno essere elevate ad altezza sufficiente per ottenere il completo prosciugamento. I mezzi da impiegarsi per tale elevazione dovranno essere i più adatti alle circostanze e proporzionati alla quantità dell'acqua da smaltire.

Tutte le acque di infiltrazione incontrate nell'escavazione delle gallerie dovranno essere raccolte dietro le murature di rivestimento e condotte nella cunetta, in modo che a lavoro finito il rivestimento resti perfettamente asciutto.

Ogni qualvolta si verificano stillicidi, l'Appaltatore dovrà provvedere gli operai, che dovranno lavorare sotto i medesimi, di opportuni impermeabili completi.

### **Art. 63.5 VENTILAZIONE**

I cantieri interni delle gallerie, sia di scavo che di muratura od accessori, dovranno essere costantemente ventilati mediante appositi ventilatori, in maniera: da mantenere sempre libera e comoda la respirazione degli operai; da assicurare prontamente l'uscita dai cantieri del fumo delle mine e dell'aria corrotta; e da mantenere una temperatura non superiore ai 25 °C.

I ventilatori ed i relativi canali di condotta dell'aria dovranno avere dimensioni proporzionate all'uopo ed essere manovrati a mano o da motori secondo il bisogno.

Quando le macchine impiegate per gli esaurimenti di acqua e per la ventilazione non raggiungano l'effetto necessario, sia per la loro insufficienza, di fronte ad aumentate difficoltà, sia per guasti in esse avvenuti, sia anche per la diminuzione di efficacia dipendente dall'uso, l'Appaltatore dovrà immediatamente modificarle o cambiarle con altre perfettamente adatte all'uopo.

Ogni impianto dovrà essere dotato di meccanismi di riserva per evitare ogni interruzione di lavoro.

### **Art. 63.6**

## **ILLUMINAZIONE**

Tutti indistintamente i lavori da eseguirsi in galleria dovranno essere convenientemente illuminati. A questo scopo dovrà essere collocata nei diversi cantieri, e dovunque si ravvisi necessario, una illuminazione conforme a quanto previsto dal d.P.R. 320/1956 e s.m.i.

I lavoratori che accederanno ai luoghi di lavoro e di passaggio sotterranei dovranno essere provvisti di idoneo mezzo di illuminazione portatile individuale.

Simili mezzi di illuminazione dovranno essere forniti a cura e spese dell'Appaltatore anche a tutti gli agenti della Stazione Appaltante e incaricati della dirigenza e sorveglianza dei lavori.

Nelle gallerie dove si manifestassero emanazioni di gas infiammabili, si dovrà fare uso esclusivo di lampade opportunamente protette o di lampade di sicurezza, tanto fisse che portatili.

### **Art. 63.7 SPECIALI DISCIPLINE DA OSSERVARSI**

Gli operai addetti ai lavori delle gallerie dovranno essere in modo speciale disciplinati, divisi in squadre e comandati da un numero sufficiente di capi squadra od assistenti.

Nell'entrare in galleria e nell'uscire dovranno procedere con ordine e con esattezza d'orario.

Per le mine, che occorrono nell'esecuzione degli scavi, l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e dei regolamenti in vigore e quelle che possano all'uopo essere emanate prima dell'appalto, e durante l'esecuzione dei lavori.

Oltre a ciò, l'Appaltatore dovrà adottare tutte le precauzioni necessarie per evitare ogni danno a persone e cose, delle cui conseguenze egli sarà sempre ed in ogni caso responsabile in relazione agli obblighi prescritti dalle leggi e regolamenti in vigore.

L'Appaltatore dovrà provvedere affinché tali precauzioni e tutte le altre che si riscontrino necessarie per assicurare l'incolumità degli operai siano scrupolosamente e costantemente osservate, pur restando sempre a suo carico ogni responsabilità.

Ad ogni bocca di galleria, di finestre, e di pozzo, dovrà essere posto un casotto di sufficiente capacità, dove rimanga continuamente un adeguato numero di guardiani, sia per impedire l'ingresso in galleria alle persone non addette ai lavori, sia per far eseguire le consegne che loro venissero date.

Il detto casotto dovrà contenere una camera di conveniente grandezza per uso esclusivo dei dipendenti della Direzione dei Lavori, provvista di camino o di stufa ed arredata nel modo che, in difetto di speciali disposizioni di contratto, verrà indicato dalla Direzione dei Lavori.

### **Art. 63.8 PERFORAZIONE MECCANICA**

Qualora per l'esecuzione dei lavori in galleria siano impiegati mezzi meccanici, questi dovranno essere proporzionati allo scopo, provvisti di meccanismi di riserva e tali da assicurare la continuità e riuscita del lavoro.

Il progetto completo in tutti i suoi particolari degli impianti che l'Appaltatore intende eseguire dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione dei Lavori.

In ogni modo l'approvazione della Direzione dei Lavori non menomerebbe minimamente la responsabilità dell'Appaltatore.

Nel caso i sistemi di perforazione adottati e gli impianti fatti, per qualunque causa o circostanza, riescano in pratica difettosi e non atti a soddisfare le esigenze del lavoro, l'Appaltatore sarà obbligato, a sue spese, non solo a rimediare agli inconvenienti verificatisi, introducendo tutte le modificazioni ed aggiunte che si ravvisino necessarie, ma altresì a cambiare totalmente i detti sistemi ed impianti, adottandone degli altri più rispondenti allo scopo e che, occorrendo, possano anche essere prescritti dalla Direzione dei Lavori.

Qualunque sia l'importanza delle suddette modificazioni ed anche per il fatto del cambiamento totale del sistema di perforazione e degli impianti, l'Appaltatore non avrà diritto a reclamare indennità o maggiori compensi oltre i pezzi stabiliti in tariffa per gli scavi eseguiti con perforazione meccanica.

Nel caso di motori a vapore, ad aria o elettrici l'Appaltatore dovrà uniformarsi, a sua cura e spese, a tutte le prescrizioni di legge per il loro esercizio.

Le perforatrici potranno essere ad aria compressa, a pressione idraulica od elettrica, a giudizio della Direzione dei Lavori, tenuto conto dei terreni da scavarsi.

La condotta per la ventilazione della galleria dovrà essere indipendente da quella dell'aria compressa eventualmente destinata al servizio delle perforatrici.

## **Art. 63.9 MURATURA**

Per l'esecuzione delle murature in galleria, di qualunque specie esse siano, in mattoni, in pietra, in calcestruzzo semplice od armato, oltre a quanto si prescrive nel presente articolo, dovranno essere esattamente osservate tutte le norme precedentemente stabilite per le murature in genere o per i calcestruzzi ordinari ed in cemento armato.

Anche se nei tipi di progetto figura indicata la costruzione completa del rivestimento, è riservato alla Direzione dei lavori, all'atto esecutivo ed a misura che lo scavo progredisce, di decidere quali tratti di galleria convenga rivestire di muratura, quali spessori e tipi di rivestimento siano da adottare e quali tratti debbano essere rivestiti parzialmente od anche lasciati senza rivestimento alcuno.

I materiali da impiegarsi per la costruzione delle murature in galleria dovranno essere accuratamente scelti e depositati presso gli imbocchi della galleria, dei pozzi o delle finestre, né potranno essere trasportati nell'interno, se non dopo l'accettazione provvisoria da parte della Direzione dei Lavori. Nel caso che una parte della muratura di rivestimento sia ordinata in pietrame e che dagli scavi di galleria si ricavi materiale adatto per muratura, questo, prima di essere impiegato, dovrà essere scelto, lavorato e sottoposto all'accettazione della Direzione dei Lavori, la quale potrà richiedere anche il trasporto all'esterno prima dell'impiego.

I rivestimenti dovranno essere eseguiti su apposite centine, armature e sagomature, in modo che a lavoro ultimato la sezione libera della galleria riesca ad avere regolarmente la forma prescritta dai tipi; l'Impresa perciò dovrà tener conto dell'assestamento ordinario delle murature per dare conveniente rialzamento alle centine.

Nell'esecuzione dei diversi tratti di rivestimento si dovranno lasciare appositi addentellati, affinché nella costruzione del tratto successivo la muratura di questo possa venire collegata con quello del precedente, nello stesso modo con cui lo sarebbe se l'intero rivestimento fosse eseguito in una sola volta; e ciò salvo quelle speciali disposizioni che all'atto pratico vengano per casi particolari impartite dalla Direzione dei Lavori.

Qualunque sia poi la qualità dei materiali impiegati, i rivestimenti di muratura in malta dovranno sempre essere spinti sin contro le pareti dello scavo.

Non sarà permesso di incominciare il rivestimento di un anello in calotta prima che tutti i materiali occorrenti siano approvvigionati alla rispettiva bocca della galleria e regolarmente accettati dalla Direzione dei Lavori.

Eseguendosi il rivestimento in calotta prima di quello dei piedritti, potrà essere ordinato, senza che spettino perciò all'Appaltatore speciali indennizzi, che la volta rimanga armata fino alla completa ultimazione dei corrispondenti piedritti.

È vietato procedere al disarmo delle volte senza l'esplicita autorizzazione della Direzione dei Lavori, ferma restando in ogni caso la responsabilità dell'Appaltatore verso la Stazione Appaltante ed i terzi.

Nelle costruzioni delle volte in mattoni è tassativamente vietato adottare il sistema così detto a rotoli, cioè a zone concentriche.

Allorquando nei piedritti in muratura di pietrame si ordini di intercalare delle cinture, sia in pietre lavorate, sia in mattoni, si dovrà avere cura che tali cinture siano sempre disposte normalmente alla faccia vista dei piedritti.

La Stazione Appaltante deciderà, all'atto pratico, se ed in quali tratti di galleria debbasi eseguire l'arco rovescio; tale provvedimento potrà essere ordinato tanto prima di realizzare le fondazioni dei piedritti, quanto dopo che i lavori del tratto siano ultimati. In questo ultimo caso, l'Appaltatore dovrà eseguire l'approfondimento delle fondazioni dei piedritti, mettendo in opera tutte le puntellazioni ed armature atte ad assicurare le murature di rivestimento già eseguite e senza alcun speciale compenso.

Quando sia ordinata per la costruzione delle volte in galleria la muratura ordinaria di pietrame, quest'ultimo dovrà essere diligentemente scelto tra i migliori e più adatti scapoli provenienti dalle cave. Tutte le pietre dovranno essere poste in opera bene avviluppate di malta, collegate strettamente tra loro con scaglie e bene battute in modo da riempire qualunque vano. Ove lo spessore delle volte non sia superiore a 40 cm, tutte le pietre dovranno essere disposte a punta ed avere in rientranza una larghezza eguale allo spessore della volta; ove invece lo spessore sia maggiore di 40 cm, le pietre dovranno essere disposte alternativamente per punta e per fianco, ma almeno un decimo di esse dovrà essere a tutta rientranza della volta.

Per le volte costruite in mattoni, in pietrame lavorato a cunei, o in pietra da taglio, varranno le norme del precedente articolo "*Costruzione di Volti*".

## FONDAZIONI AD ARIA COMPRESSA

### Art. 64.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Quando si debbano eseguire fondazioni col sistema dell'aria compressa, l'Appaltatore dovrà presentare alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori i disegni dei cassoni (camere di lavoro, camere di equilibrio, compressori, tubazioni), corredati di una relazione illustrata e dei relativi calcoli di resistenza. Qualsiasi modifica, prescritta dalla Stazione Appaltante, dovrà essere apportata ai disegni, senza che ciò dia diritto all'Appaltatore ad alcun aumento di prezzo stabilito in tariffa per tale genere di lavoro.

I cassoni in **\$MANUAL\$** dovranno essere della forma e dimensioni che saranno prescritti.

Nella compilazione del progetto dovrà comunque tenersi presente che le fondazioni, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, potranno essere spinte a profondità anche maggiori di quelle previste nell'elenco dei prezzi.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore sarà tenuto alla più scrupolosa osservanza di tutte le norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro nei cassoni ad aria compressa, emanate ed emanande, ed in particolare a far riferimento al d.P.R. 321/1956 e s.m.i.

I lavori dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza di un capo cantiere di provata capacità il quale dovrà avere un sostituto sempre pronto. Il capo cantiere o il suo sostituto dovranno sempre spiegare agli operai, prima dell'inizio dei lavori, come essi dovranno comportarsi durante l'entrata nelle camere di lavoro e durante l'uscita, che avverrà nelle camere di equilibrio, ed i pericoli cui si esporrebbero non osservando le regole prescritte.

L'entrata e l'uscita del personale attraverso le camere di equilibrio deve essere affidata ad un guardiano esperto e responsabile, il quale non dovrà mai lasciare il suo posto finché non è sostituito da un altro o tutte le persone non abbiano evacuato le camere di lavoro.

Le camere di lavoro, con pareti capaci di resistere alle pressioni interne ed esterne, nelle condizioni più sfavorevoli, dovranno avere altezza non minore di 2,25 m misurati tra il filo dei coltelli dei cassoni e la piattabanda inferiore delle travi dei soffitti.

Esse dovranno essere pulite e prive di odori sgradevoli.

I pozzi per il passaggio degli operai dovranno avere diametro non inferiore a 1 m, misurato esternamente, e saranno muniti di scale, sufficientemente larghe, così da consentire l'appoggio di due mani e due piedi.

Speciali dispositivi dovranno essere installati per il trasporto dei feriti o dei malati.

Le camere di equilibrio dovranno avere un'altezza minima di 1,85 m; nel caso di pressioni superiori a 1,3 kg/cm<sup>2</sup> saranno prescritti sedili di legno con schienale. Nelle dette camere dovranno altresì tenersi sempre pronte, una per ogni operaio, coperte di lana ben asciutte.

Le porte di accesso e di comunicazione, fra le camere di equilibrio e quelle di lavoro, dovranno essere disposte in modo che la soprapressione tenda sempre a chiuderle.

Per fondazioni pneumatiche con cassoni recuperabili, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare alla preventiva approvazione anche i disegni delle armature di sostegno fisse e mobili, armature che dovranno essere fornite e mantenute ad esclusiva sua cura e spese.

### Art. 64.2 RISCALDAMENTO-REFRIGERAMENTO-ILLUMINAZIONE IMPIANTI DI SEGNALAZIONE-AERAZIONE

Le camere di equilibrio dovranno essere protette dall'eccessivo riscaldamento solare mentre durante i periodi di freddo intenso dovranno essere opportunamente riscaldate con vapore od elettricità.

La temperatura dell'aria nelle camere di lavoro non dovrà mai scendere sotto i 10°C né salire sopra i 25°C; per il relativo controllo saranno collocati opportuni termometri nella camera stessa.

Le camere di lavoro, i pozzi, le camere di equilibrio, i locali di pronto soccorso e l'Ufficio del cantiere dovranno essere collegati mediante telefono alla sala macchine o ad altro posto con personale in continua permanenza.

Altro collegamento dovrà essere assicurato fra la camera di lavoro e la relativa camera di equilibrio.

Ad assicurare la perfetta aerazione delle camere di lavoro dovranno essere introdotti in queste 30 m<sup>3</sup>/h di aria compressa fresca per ogni operaio addetto al lavoro.

### **Art. 64.3 MACCHINARI**

Ogni camera di lavoro sarà alimentata da un compressore, capace di produrre e mantenere la pressione di esercizio, mentre altro compressore sarà tenuto di riserva.

I compressori di riserva potranno essere eliminati nel caso che la pressione non superi  $1,3 \text{ kg/cm}^2$  e nel caso che i cassoni siano provvisti di camere di equilibrio abbastanza grandi da dare posto a tutti gli operai.

I compressori di riserva con le rispettive condutture e motori dovranno essere sempre pronti a funzionare.

L'aria compressa sarà inviata ad un serbatoio, preventivamente collaudato, e da questo nelle camere mediante due tubi completamente separati, provvisti nelle camere di lavoro di una valvola di ritenuta.

Tutti i compressori dovranno essere accoppiati in modo che una rottura della tubazione (in qualsiasi posto) o un guasto ad uno di essi non metta in pericolo il flusso d'aria verso le camere di lavoro.

Vicino al compressore dovrà essere collocata una valvola di sicurezza regolabile, capace di lasciare sfuggire almeno metà dell'aria fornita. Nessun congegno di chiusura dovrà esistere fra il compressore e la valvola di sicurezza.

In ogni camera di lavoro e di equilibrio e nella sala delle macchine dovrà essere installato un manometro.

Nelle camere di equilibrio dovrà essere inoltre installato un orologio, perché gli incaricati dell'entrata e uscita del personale possano seguire le variazioni di pressione ed agire in conseguenza sui rubinetti d'aria, per pressioni superiori a  $2 \text{ kg/cm}^2$ ; la variazione di pressione dovrà essere registrata automaticamente e con la dovuta esattezza a mezzo di manometro autoregistratore.

L'aria aspirata dal compressore dovrà essere fresca e pulita, per la qual cosa sarà installato apposito filtro d'aria, mentre per la lubrificazione dei compressori si avrà l'accortezza di impiegare prodotti inodore.

Il congegno di scarico dell'aria viziata sarà ubicato in posto adatto lontano dagli aspiratori dei compressori.

### **Art. 64.4 LOCALI DI RIPOSO E DI PRIMO SOCCORSO**

In prossimità del cantiere dovrà essere approntato apposito locale di riposo per ricevere gli operai all'uscita dalle camere di lavoro, di dimensioni adeguate al numero degli operai che lavorano contemporaneamente in aria compressa.

Esso dovrà essere convenientemente aerato, riscaldato e provvisto di lavabi, con sapone e asciugamani individuali, di un ripostiglio per abiti e di letti di riposo con coperte di lana.

Altro locale separato sarà poi adibito per consentire agli operai di consumare il pasto, dotato di tavoli e sedie in numero sufficiente.

Nel caso la pressione non superi  $1,3 \text{ kg/cm}^2$  ed il numero di operai sia limitato, un solo locale potrà essere utilizzato per quanto sopra detto.

Apposito locale dovrà poi essere adattato per asciugare gli abiti bagnati degli operai con opportune installazioni di prosciugamento.

Il cantiere dovrà inoltre essere provvisto di un locale per il pronto soccorso, nel quale, fra l'altro, sarà sempre tenuta pronta una bombola di ossigeno in piena efficienza.

Ove la pressione ecceda  $1,3 \text{ kg/cm}^2$  per più di 14 giorni o superi anche saltuariamente  $2 \text{ kg/cm}^2$  dovrà essere approntata una camera di ricompressione con un compartimento stagno per lasciar passare le persone, munito di dispositivo per l'entrata di medicinali e simili.

Detta camera dovrà essere abbastanza grande così da contenere un letto e consentire al medico la possibilità di trattare il paziente nell'aria compressa. Il locale sarà ben riscaldato ed illuminato e dovrà contenere una bombola d'ossigeno come riserva.

### **Art. 64.5 SPECIALI DISCIPLINE DA OSSERVARSI**

I lavori in aria compressa dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza di un capo cantiere esperto e pratico, il quale dovrà avere un sostituto sempre pronto.

Il capo del cantiere o il suo sostituto dovranno spiegare agli operai, prima dell'inizio del lavoro, come essi dovranno comportarsi durante l'uscita e l'entrata nelle camere di lavoro, che cosa avverrà nelle camere di equilibrio e i pericoli cui si esporrebbero non osservando le norme prescritte.

Saranno esclusi dai lavori in aria compressa gli operai che hanno fatto uso di bevande alcoliche e quelli raffreddati od ammalati.

La porta di comunicazione tra la camera di equilibrio e quella di lavoro dovrà essere sempre aperta, salvo durante il processo di entrata e di uscita delle persone.

Per gli sbocchi del materiale dovrà valere la regola che uno sportello si apre quando l'altro è chiuso il che potrà essere provocato anche a mezzo di pressione d'aria con dispositivo meccanico.

Nelle camere di equilibrio la pressione sarà aumentata durante l'entrata degli operai in maniera progressiva, evitando ogni cambiamento brusco, ed in modo che nessuno abbia a risentire malessere.

Il numero delle persone che potranno prendere posto contemporaneamente nella camera di equilibrio dovrà essere affisso nella camera stessa. Tale numero dovrà essere proporzionato alla capacità della camera di equilibrio, in modo che ad ogni operaio corrisponda una cubatura minima di 0,75m<sup>3</sup>.

Durante l'uscita dovranno rispettarsi i seguenti tempi:

fino a 0,5 kg/cm <sup>2</sup> di sovrappressione			5 minuti
con 1,3	"	"	13 "
con 1,5	"	"	25 "
con 2,0	"	"	35 "
con 2,5	"	"	50 "
con 3,0	"	"	70 "

Per i valori intermedi di pressione si prenderanno dei tempi proporzionali.

Ogni qualvolta la sovrappressione superi i 3 kg/cm<sup>2</sup>, il tempo per abbassare la pressione fino a quella normale sarà ordinato dal Medico di vigilanza.

L'uscita dai cassoni si farà progressivamente e cautamente osservando il manometro e l'orologio. Per pressione di esercizio superiore a 1,3 kg/cm<sup>2</sup> questa potrà essere abbassata rapidamente a metà, in ragione di 0,2 kg/cm<sup>2</sup> per minuto e quindi portata a zero assai gradatamente.

I tempi sopra indicati potranno essere ridotti a metà per le persone che si trovino casualmente nelle camere di lavoro e che non abbiano compiuto alcuno sforzo fisico (ingegneri, medici, ecc.). Ciò solo nel caso il personale in questione sia abituato all'aria compressa e non rimanga nelle camere di lavoro per più di un'ora. In caso contrario si manterranno i tempi su esposti.

Ogni operaio non dovrà lavorare giornalmente più di:

8	ore per pressioni fino a	2,00 kg/cm <sup>2</sup>
6	" "	2-2,5 Kg/cm <sup>2</sup>
4	" "	2,5-3 kg/cm <sup>2</sup>

Nelle otto ore lavorative è incluso il tempo necessario per passare la camera di equilibrio, mentre i tempi lavorativi minori si riferiscono solo alla permanenza nelle camere di lavoro (tempo di uscita escluso). Nel caso di pressione oltre 3 kg/cm<sup>2</sup> il tempo lavorativo sarà stabilito dal Sanitario.

Nel caso il turno duri più di 4 ore saranno concesse pause di lavoro della durata complessiva di mezz'ora (il tempo di pausa è compreso nella giornata lavorativa).

Il turno di riposo fra due turni lavorativi dovrà essere di almeno 12 ore.

Nuovi operai non potranno lavorare il primo giorno per più della metà del tempo di lavoro; se non risentiranno alcun malessere, potranno continuare a lavorare il giorno successivo con pieno orario.

Sarà fatto assoluto divieto agli operai di pranzare, fumare o bere bevande alcoliche durante il soggiorno nell'aria compressa; essi dovranno mantenere la più grande pulizia nei locali sotto pressione.

#### **Art. 64.6**

### **VIGILANZA SANITARIA E NORME IGIENICHE**

L'Appaltatore è tenuto a provvedere alla vigilanza sanitaria del cantiere a mezzo di apposito medico, facilmente reperibile in qualsiasi momento.

Per lavori con pressioni superiori ad 1,3 kg/cm<sup>2</sup> occorrerà che il medico abiti vicino al cantiere e sia reperibile per telefono in qualsiasi momento. Nel caso di sua assenza dovrà essere possibile raggiungere altro medico accreditato come suo sostituto.

Nel caso di lavori con pressione oltre 2,5 kg/cm<sup>2</sup> la Direzione dei Lavori potrà ordinare che il medico od il suo sostituto si trovino ininterrottamente nell'Ufficio del cantiere. In ogni caso, durante i turni di lavoro, dovrà essere sempre presente nel cantiere persona che possa prestare il primo soccorso agli operai colpiti da lesioni derivanti dal lavoro in aria compressa, agendo secondo le prescrizioni del medico.

I nomi, gli indirizzi ed i numeri di telefono dei medici devono essere affissi in modo chiaro e ben visibile nell'Ufficio del cantiere.

Il medico addetto alla sorveglianza igienica dovrà:

- 1° procedere alla visita medica degli operai e stabilire se siano adatti al lavoro in aria compressa, previa accurata visita agli organi di respirazione e di circolazione del sangue;
- 2° procedere alle visite periodiche degli operai addetti ai lavori;
- 3° prestare soccorso nel caso di incidenti e di ammalati per aria compressa;
- 4° insegnare ai guardiani dei compartimenti stagni, agli aiutanti ed al capo cantiere come praticare i primi soccorsi;
- 5° penetrare almeno due volte al mese nelle camere di lavoro per l'ispezione igienica di queste. Nei lavori ad aria compressa non potranno essere impiegate che persone di sesso maschile e di età fra i 20 ed i 50 anni e non potranno essere assunti nuovi operai che abbiano superato i 40 anni, qualora questi non abbiano mai praticato un tal genere di lavoro.

I limiti di età sopra indicati non si applicheranno ai capi squadra, capi operai e simili già abituati ai lavori in aria compressa, per i quali sarà sufficiente il parere del medico.

Nessun operaio dovrà essere ammesso ai lavori in aria compressa se esso non sia munito di un certificato rilasciato dal competente sanitario che lo dichiari di costituzione fisica idonea a tale particolare genere di lavoro.

Detto certificato avrà la validità di 12 mesi e dovrà essere rinnovato, previa visita, quindici giorni dopo l'inizio dei lavori ed in seguito una volta al mese.

Per i lavori con pressione superiore a 2 kg/cm<sup>2</sup> la visita medica degli operai sarà effettuata ogni 15 giorni.

Oltre le visite periodiche di cui innanzi, l'Appaltatore sarà tenuto a far visitare dal medico tutti gli operai che dichiarino di soffrire al naso, alla gola, alle orecchie o che comunque richiedano di essere visitati.

Il medico provvederà altresì alla visita degli operai assentatisi dal lavoro per causa di malattie in genere o a causa dell'aria compressa.

L'Appaltatore dovrà tenere sempre aggiornato apposito registro degli operai addetti al lavoro in aria compressa, nel quale saranno annotati tutti gli incidenti, le malattie e le indisposizioni anche leggere, con i risultati della visita medica, la data della sospensione e ripresa del lavoro.

L'Appaltatore sarà tenuto a somministrare gratuitamente agli operai che lavorino in aria compressa, in quantità sufficiente, ottimo caffè e the.

Nell'Ufficio del cantiere, nei locali di riposo ed all'entrata delle camere di equilibrio l'Appaltatore provvederà ad affiggere in modo ben visibile copia di tutte le disposizioni igieniche da osservarsi dagli operai e quelle relative alla entrata ed uscita dalle camere di equilibrio.

#### **Art. 64.7 RIEMPIMENTI E MURATURA**

Quando i cassoni hanno raggiunto il limite di affondamento prescritto si dovrà spianare regolarmente il fondo dello scavo e poscia fare luogo al riempimento della camera di lavoro.

Questo riempimento verrà fatto con calcestruzzo idoneo disponendolo a strati orizzontali da 30 a 20 cm di spessore costipato accuratamente ed addossato alle pareti in modo da riempire tutti i vani.

Il riempimento delle camere di lavoro dovrà essere integralmente effettuato mantenendo la pressione dell'aria in modo che l'acqua non possa penetrare attraverso il calcestruzzo e dilavarlo; soltanto dopo compiuto il riempimento e dopo che, a giudizio della Direzione dei Lavori, il calcestruzzo non possa essere danneggiato dall'acqua, dovrà essere, gradatamente e con cura, equilibrata l'aria in modo da produrre l'ultimo affondamento dei cassoni e, con questo, la perfetta compressione del calcestruzzo entro le camere di lavoro.

La Direzione dei Lavori può prescrivere tutte le cautele e i provvedimenti a suo giudizio necessari per assicurare la compressione e l'aderenza per riempimenti di calcestruzzo contro il soffitto della camera di lavoro, e ogni opera per evitare cedimenti del soffitto stesso e garantire che, ad opera ultimata, non rimangano vani nel massiccio di fondazione.

I pozzi di passaggio e di fondazione dei materiali dovranno essere pure riempiti di calcestruzzo, colatovi all'asciutto.

La Direzione dei Lavori avrà sempre diritto di assicurarsi del modo con cui procedono i lavori nell'interno dei cassoni, e perciò tutto il suo personale addetto alla sorveglianza e direzione dei lavori potrà entrare nelle camere di equilibrio e di lavoro in qualunque momento, e l'Appaltatore ha l'obbligo di provvedere in conseguenza.

Le murature al disopra delle camere di lavoro, nelle parti non occupate dai pozzi di passaggio e di estrazione, dovranno essere eseguite a strati orizzontali, estesi a tutta l'ampiezza dei cassoni.

Le murature medesime dovranno essere protette all'esterno per la discesa con un rivestimento di lamiera di ferro il cui lembo superiore dovrà mantenersi sempre almeno 1,20 m sopra il livello delle acque, qualunque siano le variazioni di detto livello. Tale rivestimento dovrà essere mantenuto in opera fino a che la muratura sopra fondazione non sia raggiunta dall'orlo superiore del rivestimento stesso per poter eseguire la muratura all'asciutto, mentre nella parte in fondazione dovrà lasciarsi in opera anche dopo compiuto il lavoro.

Impiegando cassoni recuperabili, occorrerà curare che nei recuperi successivi le pareti murarie, venendo a trovarsi gradualmente in immediato contatto con l'acqua, siano opportunamente stuccate con malta di cemento; ad ogni modo non sarà consentito innalzare il cassone prima che le malte dello sparto murario non abbiano fatto la voluta presa, a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori.

#### **Art. 64.8 VERIFICA DEGLI IMPIANTI**

Sempre quando la pressione di esercizio superi  $1,3 \text{ kg/cm}^2$  la Direzione dei Lavori provvederà preventivamente al collaudo delle camere di lavoro, dei pozzi, delle camere di equilibrio e serbatoi, mediante una prova con aria compressa (e se crede con acqua) 1,5 volte maggiore di quella d'esercizio e mai inferiore a  $3 \text{ kg/cm}^2$ .

Prima di iniziare i lavori la Direzione dei Lavori provvederà altresì al collaudo delle tubazioni perché queste non lascino passare l'aria che si trova alla medesima pressione di esercizio.

Alla stessa Direzione dei Lavori è riservata inoltre la facoltà di far sorvegliare la costruzione dei cassoni di fondazione nelle officine e di fare eseguire a spese dell'Appaltatore tutte quelle verifiche e prove che stimasse opportune per garantirsi della buona riuscita in opera, senza assumere con ciò, e per il fatto del collaudo di cui sopra, alcuna responsabilità per danni da imperfetta esecuzione dei cassoni, da guasti qualsiasi agli impianti o da scadente qualità dei materiali impiegati.

#### **Art. 64.9 RESPONSABILITÀ DELL'APPALTATORE**

L'Appaltatore sarà responsabile del buon funzionamento degli apparecchi di compressione dell'aria, della stabilità e resistenza loro e di tutti i mezzi d'opera relativi e deve seguire tutte le regole suggerite dall'esperienza e dalla scienza per evitare ogni danno alle persone addette al lavoro, restando a suo carico ogni responsabilità.

L'Appaltatore sarà parimenti responsabile della perfetta esecuzione delle fondazioni, qualunque siano le difficoltà che all'atto pratico si possano incontrare e i danni che eventualmente ne possano derivare, per la presenza di vecchie murature, di masse di scogliere, di trovanti, di palafitte o di qualsiasi altro ostacolo e per qualsiasi eventualità di piene, mareggiate od altro. In tali casi l'Appaltatore dovrà adottare, a totale sua cura e spesa, tutti i mezzi necessari per superare le difficoltà stesse, senza che per ciò possa in nessun caso pretendere compensi od indennità di sorta; resta in comunque stabilito che le fondazioni verranno valutate soltanto in base al loro volume e pagate ai prezzi di contratto, rimanendo sempre ad intero carico dell'Appaltatore i danni eventualmente cagionati -dalle cause e dalle difficoltà sopra indicate- alle opere, ai cassoni, alle impalcature, ai ponti di servizio, agli impianti meccanici e ai mezzi d'opera in genere.

#### **Art. 64.10 AFFONDAMENTO E SCAVI**

La profondità delle fondazioni per ogni singola opera, prescritta dai tipi di progetto o dagli ordini di servizio, potrà essere modificata entro i limiti consentiti dalla resistenza del cassone, anche in corso di lavoro a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori ed a seconda della natura delle materie incontrate nello scavo o di altre circostanze che venissero in luce. Qualora le varianti non eccedano i limiti di massimo e minimo previsti in tariffa non spetterà all'Appaltatore alcun speciale compenso oltre l'applicazione dei prezzi di tariffa alle quantità lavoro effettivamente eseguito.

L'affondamento dei cassoni dovrà ottenersi in modo regolare mercè il peso della muratura o, occorrendo, con l'aggiunta di zavorra con la quale si dovranno caricare i cassoni ed in guisa da impedire un abbassamento repentino.

Nell'affondamento dei cassoni si dovrà avere la massima cura a che i cassoni si mantengano sempre verticali.

Verificandosi una deviazione qualsiasi o una deformazione di qualunque natura, l'Appaltatore avrà l'obbligo di porvi riparo a tutte sue spese.

Lo scavo delle fondazioni dovrà mantenersi asciutto mediante pressione dell'aria.

Qualora nelle camere di lavoro si debba far uso di mine, le camere dovranno essere sgombrate prima dell'esplosione e gli operai non potranno rientrarvi che quando i gas siano evacuati e l'atmosfera sia divenuta normale.

L'affondamento di cassoni recuperabili dovrà ottenersi gradatamente mediante appositi apparecchi di

sospensione da manovrare opportunamente e con conveniente zavorra.

A lavoro ultimato, i pali eventualmente infissi dall'Appaltatore attorno ai cassoni recuperabili dovranno essere tolti dallo stesso a sua cura e spesa ed a richiesta della Direzione dei Lavori.

L'Appaltatore sarà parimenti responsabile della perfetta esecuzione delle fondazioni, qualunque siano le difficoltà che all'atto pratico si possano incontrare ed i danni che eventualmente ne possano derivare per la presenza di vecchie murature, di massi, di scogliere, di trovanti, di palafitte o di qualsiasi altro ostacolo o per qualsiasi eventualità di piena o altro.

In tali casi l'Appaltatore dovrà adottare, a totali sue cure e spese, tutti i mezzi necessari per superare le difficoltà stesse, senza che per ciò possa in nessun caso pretendere compensi o indennità di sorta; resta comunque stabilito che le fondazioni verranno valutate soltanto in base alla loro profondità e pagate ai prezzi di contratto, rimanendo sempre a totale carico dell'Appaltatore i danni cagionati -dalle cause e dalle difficoltà sopra indicate- alle opere, ai cassoni, alla impalcatura, ai ponti di servizio, agli impianti meccanici ed ai mezzi d'opera in genere.

Qualora venissero rinvenuti trovanti di volume superiore ad un ottavo di metro cubo o roccia da mina, se ne dovrà tener conto per la corresponsione del sovrapprezzo previsto nell'elenco prezzi.

#### **Art. 64.11** **MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI**

Il prezzo fissato in Tariffa per le fondazioni ad aria compressa sarà applicato al volume complessivo di fondazione compreso fra il piano di posa del calcestruzzo nell'interno della camera di lavoro e la risega di fondazione, qualunque sia la quota del pelo d'acqua e la profondità sotto di esso della risega di fondazione.

Gli scavi superiormente al piano di risega saranno considerati come scavi di fondazione, con l'eventuale applicazione del prezzo per scavi subacquei e ciò anche quando speciali circostanze di lavoro obblighino l'Appaltatore ad iniziare gli scavi ad aria compressa ad un piano più alto di quello degli anzidetti limiti.

In esso prezzo sono compresi: la provvista, la montatura e l'affondamento dei cassoni, tutti gli impianti e le spese per la produzione e trasmissione dell'aria compressa e dell'energia elettrica, tutti i ponti di servizio ed i puntellamenti, l'illuminazione, lo scavo, l'estrazione delle materie scavate ed il loro trasporto in argine o in rifiuto cogli oneri tutti degli scavi ordinati, gli strumenti, utensili e tutti gli altri mezzi d'opera occorrenti, la fornitura in opera del calcestruzzo e delle murature, e qualunque altra provvista, lavoro e mano d'opera ed opera provvisoria necessari tanto per l'esecuzione degli scavi, quanto per dare perfettamente compiuti in opera, nella loro definitiva posizione, il calcestruzzo e le murature di fondazione, sotto l'osservanza di tutti gli oneri, norme e prescrizioni di cui al presente Capitolato.

Il prezzo stesso comprende e compensa altresì le eventuali spese di esaurimenti di acqua ed ogni altra che occorresse per eseguire all'asciutto la muratura sopra fondazione e quella entro i pozzi.

(Il Dirigente)

# INDICE

## Schema di Accordo Quadro

PARTE 1	
PREFAZIONE.....	pag. 2
PREMESSA.....	pag. 3
OGGETTO DELL'ACCORDO .....	pag. 3
DEFINIZIONE DI APPALTI SPECIFICI .....	pag. 4
IMPORTO DELL'ACCORDO .....	pag. 4
CLAUSOLA DI REVISIONE DEI PREZZI .....	pag. 5
DURATA DELL'ACCORDO .....	pag. 5
CONTROLLI .....	pag. 6
OSSERVANZA DELL'ACCORDO QUADRO E DISCORDANZE .....	pag. 6
RISOLUZIONE DELL'ACCORDO .....	pag. 6
PAGAMENTI.....	pag. 7
OBBLIGHI DEL CONTRAENTE .....	pag. 7
OBBLIGHI DEL CONTRAENTE RELATIVI ALLA TRACCIABILITÀ DEI FLUSSI FINANZIARI.....	pag. 8
PENALI.....	pag. 8
GARANZIA E COPERTURA ASSICURATIVA .....	pag. 8
SUBAPPALTO .....	pag. 8
PIANI DI SICUREZZA.....	pag. 9
ONERI PREVIDENZIALI E PAGAMENTO DEI LAVORATORI .....	pag. 9
CONTROVERSIE.....	pag. 10
ONERI DIVERSI .....	pag. 10
ALLEGATI .....	pag. 10
CLAUSOLA FINALE .....	pag. 11
CAPITOLATO TECNICO e CAM .....	pag. 12
PARTE 2	
NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE .....	pag. 50
QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI MODALITA' DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO	
ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI .....	pag. 64
CARREGGIATA .....	pag. 96
BARRIERE STRADALI ED OPERE ACCESSORIE .....	pag. 143
SEGNALETICA STRADALE .....	pag. 151
LAVORI IN GALLERIA .....	pag. 160
FONDAZIONI AD ARIA COMPRESSA .....	pag. 164