

## **CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE**

### **I Parte – Descrizione delle lavorazioni**

#### **CAPO I**

#### **DEFINIZIONE TECNICA DELL'APPALTO**

L'appalto in oggetto consiste nella ricostruzione del ponte esistente sulla S.P. n. 238 (ex S.S. n. 433) Valdaso tra i comuni di Montefiore dell'Aso (AP) e di Monterubbiano (FM).

L'intervento prevede la realizzazione del collegamento viario mediante la ristrutturazione di parte del manufatto non interessato dal crollo e la costruzione di un nuovo ponte a due campate, in continuità di quello esistente ma staticamente separato.

In particolare l'appalto prevede la progettazione definitiva, quella esecutiva, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione e l'esecuzione di tutte le opere, somministrazioni, prestazioni d'opera e collocamento in opera di materiali, opere, manufatti vari, occorrenti per la ricostituzione del collegamento viario esistente. Per orientare i concorrenti nell'individuazione degli obiettivi sottesi all'appalto, nella comprensione del progetto preliminare e dei criteri di valutazione dei progetti-offerta, si richiama parte del contenuto della "Relazione illustrativa".

Il mantenimento della struttura esistente è frutto dello studio di una ipotesi progettuale che potesse nel contempo migliorare la struttura esistente attualmente presente a seguito del crollo e contestualmente prevedere la ricostruzione con geometria simile delle due campate crollate. Tale scelta lascia così sostanzialmente inalterata la vista prospettica generale dell'opera realizzata nei primi anni del '900.

Il progetto quindi per la porzione di ponte esistente prevede la completa rimozione della sovrastruttura, in particolare la rimozione dei cordoli di allargamento realizzati nel 1980, e lo svuotamento del riempimento degli archi e timpani fino all'estradosso della muratura portante delle arcate.

In questo modo l'intervento, concepito come miglioramento sismico ai sensi del paragrafo 8.4.2 del D.M. 2008 "Norme Tecniche per le costruzioni", si sostanzia nel rinforzo delle attuali strutture in muratura con elementi collaboranti in c.a. quali solette e setti.

In particolare lo scheletro della struttura muraria, liberato dal riempimento, sarà consolidato mediante la collaborazione tra muratura esistente e calcestruzzo armato garantita dalle connessioni metalliche nella superficie di mutuo contatto tra i due materiali.

La stessa tecnica di miglioramento sarà utilizzata sia per l'estradosso degli archi, sia per l'imposta degli stessi oltre che per il consolidamento delle pareti verticali in muratura che oggi contengono il rilevato (timpani dell'arco).

Il nuovo impalcato sarà invece costituito da una struttura in c.a. prefabbricato che permetterà la realizzazione di tutta la sede stradale, ad esclusione dei soli marciapiedi laterali i quali saranno realizzati con grigliati metallici sostenuti da una struttura tubolare metallica ad arco che segue e ridisegna l'andamento degli archi in muratura. (vedi elaborati grafici).

Invece il progetto di ricostruzione delle due campate crollate, prevede il rifacimento in c.a. della penultima pila lesionata (lato Ascoli Piceno), la ricostruzione della prima pila crollata, entrambe con la stessa forma geometrica delle altre e quindi rivestite in mattoni a faccia vista. In tal modo, le due campate crollate potranno essere ricostruite mantenendo la stessa luce dell'esistente, non comportando grosse variazioni rispetto all'originale aspetto prospettico.

Una delle ipotesi possibili sviluppate per la ricostruzione delle due campate (arcate) crollate è quella di utilizzare travi in acciaio, ovvero un ponte a travata avente tre appoggi: nuova spalla lato Ascoli Piceno, nuova pila, e nuova pila/spalla.

Si precisa che per l'attuale penultima pila lesionata lato Ascoli Piceno, si prevede la demolizione e ricostruzione a fine di realizzare una pila in c.a. che funga da spalla per il ponte in muratura e

nuovo appoggio per le nuove campate. L'impalcato e i marciapiedi saranno realizzati come descritto precedentemente per la parte esistente.

Tali aspetti saranno approfonditi nelle successive fasi progettuali, ovvero la pila esistente lesionata che si è ipotizzato di ricostruire comporta la puntellatura dell'arco adiacente e tutte le relative opere provvisorie di messa in sicurezza.

Tale pila definirà il passaggio tra ponte esistente sul quale si eseguiranno lavori di miglioramento sismico e nuovo ponte fino alla spalla destra (lato Ascoli Piceno).

Anche sulle fondazioni si interverrà con due distinte lavorazioni a seconda che trattasi di pile esistenti o nuove pile in c.a.

Nel ponte esistente la fondazione della pila in muratura sarà consolidata mediante corona di micropali affiancati collegati in sommità da cordolo rigido reso collaborante con la struttura della pila attuale. La funzione della corona di micropali è anche quella di proteggere la pila dall'erosione localizzata che dal calcolo idraulico preliminare (vd. allegato) è stata stimata in circa 4 m di profondità.

Nel nuovo tratto di ponte (lato Ascoli Piceno) le due nuove pile oltre alla spalla saranno fondate su pali trivellati in c.a.

La piattaforma stradale, per l'intera lunghezza del ponte sarà lievemente modificata rispetto alla preesistente. Come detto sono previsti due marciapiedi laterali larghi un metro, il guard rail tipo H3 tra il marciapiede e la superficie bitumata con carreggiata larga complessivamente 8 metri, che risulterà quindi 2 metri più larga della sede precedente al crollo.

Si è scelto cioè di mantenere la larghezza delle corsie dell'intero tratto stradale e di aggiungere per tutta la lunghezza del ponte compresi i raccordi altimetrici due banchine laterali pavimentate di un metro ciascuna. In tal modo, pur non essendone soggetti, si ottiene una carreggiata sostanzialmente assimilabile agli schemi geometrici e costruttivi di una strada locale di tipo F2 - extraurbana, così come definita dalle "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5.11.2001.

Per una maggiore comprensione di quanto sopra esposto, si rimanda agli elaborati allegati.

## **CAPO II**

### **DEFINIZIONE ECONOMICA DELL'APPALTO**

#### **TERMINI DI ESECUZIONI E PENALI**

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

L'appalto ha per oggetto la **progettazione definitiva, quella esecutiva, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione nonché la realizzazione dell'intervento denominato S.P. 238 EX S.S. 433 VALDASO KM 12+100 - LAVORI DI RICOSTRUZIONE DEL PONTE SUL FIUME ASO IN LOCALITA' MONTEFIORE DELL'ASO (AP) E MONTERUBBIANO (FM)**

L'opera dovrà essere progettata e realizzata completa, dunque comprensiva, a titolo di esempio non esaustivo, di segnaletica stradale e verticale, barriere di sicurezza ed illuminazione.

I livelli progettuali devono essere conformi all'impostazione e alle linee essenziali del progetto preliminare predisposto dall'Amministrazione e posto a base di gara e dovranno contenere tutti gli elaborati tecnici come elencati agli artt. 24 e 33, nonché 243 e 244 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei Contratti approvato con DPR 207/10.

In particolare il progetto, fin dalla fase definitiva, dovrà essere corredato da relazione idraulica che soddisfi le prescrizioni imposte dalla "direttiva ponti" e dalle norme di attuazione del PAI, di cui al DPCM del 24.05.2001 per la realizzazione di opere di pubblico interesse.

In sede di predisposizione del progetto definitivo potranno essere apportate varianti migliorative ed estetico-architettoniche rispetto al progetto preliminare.

Ai sensi dell'art. 168 comma 4 del DPR 207/10 non potranno apportarsi varianti dopo l'approvazione del progetto definitivo salvo quanto previsto al comma 5 del medesimo articolo.

**L'importo dei lavori a corpo ammonta ad Euro 2.192.500,00, mentre l'importo del corrispettivo per la progettazione e per il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ammonta ad Euro 70.700,80 per un totale di Euro 2.263.200,80, comprensivo degli oneri sulla sicurezza per l'attuazione dei piani di sicurezza pari a € 72.745,00 (importo non soggetto a ribasso d'asta).**

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

<b>COSTO PER LAVORI</b>					
<b>N. O.</b>	<b>TIPOLOGIA DELLE LAVORAZIONI</b>	<b>U.M.</b>	<b>QUANTITA'</b>	<b>PREZZO UNITARIO</b>	<b>IMPORTO (EURO)</b>
<b>1</b>	Opere provvisoriale per il ripristino della muratura e di puntellatura per la messa in sicurezza dell'esistente e creazione di piste per accesso in alveo	a corpo	1	107.000,00	107.000,00
<b>2</b>	Demolizioni, rimozione di tutta la sovrastruttura e rimozione del riempimento	a corpo	1	76.000,00	76.000,00
<b>3</b>	Realizzazione opere di consolidamento fondale delle attuali pile con corona di micropali, nuove fondazioni delle due nuove pile e fondazione della nuova spalla lato Ascoli Piceno	a corpo	1	546.000,00	546.000,00
<b>4</b>	Consolidamento ponte esistente mediante solette e pareti collaboranti	a corpo	1	286.000,00	286.000,00
<b>5</b>	Realizzazione elevazione nuove pile (n°2) e nuova spalla compreso il rivestimento esterno in mattoni	a corpo	1	98.600,00	98.600,00
<b>6</b>	Trattamento di consolidamento dell'attuale muratura parti esterne, da realizzarsi mediante scarnitura e stuccatura dell'apparato murario e trattamento protettivo	a corpo	1	77.400,00	77.400,00
<b>7</b>	Carpenteria metallica relativa alla ricostruzione del tratto crollato oltre alla carpenteria metallica necessaria alla realizzazione degli archi laterali di sostegno del marciapiede in acciaio, compreso parapetto	a corpo	1	332.000,00	332.000,00
<b>8</b>	Realizzazione cordolature sommitali e impalcato superiore (predalles)	a corpo	1	195.500,00	195.500,00
<b>9</b>	Pavimentazione stradale e opere di raccordo planoaltimetrico con la carreggiate esistenti, compresa l'impermeabilizzazione dell'impalcato	a corpo	1	85.000,00	85.000,00
<b>10</b>	Giunti (n°2) e appoggi (n°6)	a corpo	1	64.000,00	64.000,00
<b>11</b>	Barriere laterali bordo ponte H3 per 160 m x 2	a corpo	1	80.000,00	80.000,00
<b>12</b>	Lavori in alveo di regimazione idraulica	a corpo	1	245.000,00	245.000,00
				<b>TOTALE</b>	<b>2.192.500,00</b>

2. L'importo contrattuale è costituito dalla somma dei seguenti importi:

- importo per l'esecuzione dei lavori € 2.119.755,00 (al netto degli oneri per la sicurezza), al quale deve essere applicato il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara;
- importo degli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza pari a € 72.745,00, non soggetti a ribasso;
- importo corrispettivo per la progettazione e coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione pari a complessivi € 70.700,80 (al netto dei contributi previdenziali e IVA e/o

imposte) al quale deve essere applicato il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara.

3. L'importo di cui al comma 2, lettera b) pari a € 72.745,00, relativo agli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere, non è soggetto ad alcun ribasso di gara, ai sensi del combinato disposto dell'articolo 131, comma 3, del D.Lgs. 163/2006 e dell'articolo 100, commi 1 e 5, del decreto legislativo 81/08.

4. L'importo di cui al comma 1, lettera c) pari a € 70.700,80, a titolo di corrispettivo per la progettazione e per il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, è soggetto al ribasso di gara, offerto dall'aggiudicatario sulle spese tecniche, in applicazione dell'articolo 2 del decreto-legge 4 luglio 2006, n. 223, convertito dalla legge 4 agosto 2006, n. 248.

L'importo dei lavori previsto contrattualmente può variare di un quinto in più o in meno, secondo quanto previsto dagli artt. 161 e 162 del Regolamento di esecuzione ed attuazione approvato con DPR 207/10, in rispetto all'art. 132 del D.lgs. n. 163/06 e s.m.i. senza che l'appaltatore possa avanzare alcuna pretesa.

#### **Art. 2 – Procedura di gara – Criterio di aggiudicazione**

1. Il presente appalto verrà affidato mediante esperimento di procedura aperta ai sensi dell'articolo 55 e dell'articolo 53, comma 2, lettera c) del D.Lgs. n. 163/06 e s.m.i., con aggiudicazione secondo il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa.

Il calcolo dell'offerta economicamente più vantaggiosa verrà effettuato con il metodo aggregativo compensatore che per quanto riguarda gli elementi di valutazione di natura qualitativa seguirà il punto 5. delle linee guida dell'Allegato G del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei Contratti approvato con DPR 207/10.

2. L'offerta ha ad oggetto il progetto definitivo e il prezzo.

L'individuazione dell'offerta economicamente più vantaggiosa sarà effettuata, ai sensi dell'articolo 83 del D.Lgs. n. 163/06 e s.m.i., con riferimento agli elementi indicati nella seguente tabella e ai rispettivi punteggi massimi assegnabili:

#### **Criteri di valutazione di natura quantitativa (punti max 25):**

<b>CRITERI DI VALUTAZIONE DI NATURA QUANTITATIVA (PUNTI MAX 25):</b>	<b>PUNTEGGI MAX</b>
A. ribasso unico offerto sulla progettazione definitiva, sulla progettazione esecutiva (incluso il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione) e sull'esecuzione dei lavori	<b>20</b>
B. riduzione dei termini di esecuzione dell'appalto (su progettazione, sicurezza in fase di progettazione e su realizzazione dell'opera)	<b>5</b>
<b>TOTALE</b>	<b>25</b>

Relativamente all'offerta relativa al prezzo (lett. a) il concorrente deve specificare il corrispettivo richiesto per la progettazione definitiva (che verrà acquisita in sede di offerta), per la progettazione esecutiva e per l'esecuzione dei lavori.

**In riferimento all'elemento a)**, si specifica che verrà assegnato il punteggio massimo di 20 al ribasso percentuale più elevato; agli altri ribassi verrà attribuito un punteggio calcolato in proporzione lineare, secondo la seguente formula:

Punti per prezzo opere = 20 x (Ribasso offerto / Ribasso massimo)

**In riferimento all'elemento b)**, si specifica che verrà assegnato il punteggio massimo di 5 all'offerta che dichiarerà la disponibilità alla redazione della progettazione esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e alla realizzazione dell'opera nel minor tempo rispetto a quello massimo fissato dal capitolato speciale d'appalto in complessivi **580 giorni**; alle altre offerte verrà attribuito un punteggio in proporzione lineare, secondo la seguente formula:

Punti per termini opere = 5 x (Riduzione tempo offerto / Riduzione tempo massima)

Si stabilisce fin d'ora che la riduzione di tempo massima non potrà superare i 180 giorni. Nell'offerta il concorrente dovrà espressamente indicare la riduzione del tempo complessivo specificando sia la riduzione per i tempi relativi alla fase della progettazione esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione sia la riduzione per i tempi relativi alla fase di realizzazione dell'opera.

**Criteri di valutazione di natura qualitativa (punti max 75):**

<b>CRITERI DI VALUTAZIONE DI NATURA QUALITATIVA (PUNTI MAX 75):</b>	<b>PUNTEGGI MAX</b>
<i>C.</i> qualità dei materiale:	<b>20</b>
<i>D.</i> pregio tecnico e caratteristiche funzionali	<b>35</b>
<i>E.</i> caratteristiche architettoniche e di inserimento ambientale	<b>7</b>
<i>F.</i> gestione della salute e sicurezza sul lavoro	<b>13</b>
<b>TOTALE</b>	<b>75</b>

**In riferimento all'elemento c)** la commissione giudicatrice, per l'attribuzione del punteggio, si atterrà ai seguenti sub-criteri:

**c.1)** proprietà meccaniche dei materiali strutturali; criteri motivazionali: adottare materiali con resistenza alle sollecitazioni meccaniche, che garantiscano coefficienti di sicurezza superiori al minimo stabilito dalla normativa vigente: fino ad un massimo di **5 punti**;

**c.2)** attitudine dell'opera a sopportare attacchi di agenti aggressivi di diversa natura mantenendo inalterate le caratteristiche meccaniche e funzionali criteri motivazionali: minimizzare gli oneri di manutenzione e aumentare la durata dell'opera oltre il periodo di vita atteso, garantendo il servizio per il quale la struttura stessa è stata progettata: fino ad un massimo di **10 punti**;

**c.3)** caratteristiche delle apparecchiature; criterio motivazionale: garantire al meglio la trasmissione dei carichi tra impalcato, pile e spalle e garantire al meglio le dilatazioni orizzontali: fino ad un massimo di **5 punti**.

**In riferimento all'elemento d)** la commissione giudicatrice, per la attribuzione del punteggio, si atterrà al seguente sub-criterio:

**d.1)** interventi sulla struttura in muratura del ponte esistente (lato Fermo): fondazioni, pile, spalle e arcate; criterio motivazionale: adozioni di soluzioni tipologiche di provata efficienza statica e dinamica che comportino il raggiungimento dell'adeguamento sismico dell'intera struttura così come definito dalle N.T.C. del 2008 (Norme Tecniche delle Costruzioni): fino ad un massimo di **10 punti**.

**d.2)** interventi di protezioni dall'erosione delle pile e spalle; criteri motivazionali: adozione di tipologie di fondazioni e/o interventi in alveo che preservino al meglio la struttura del ponte (pile), nel caso di fenomeni di erosione localizzata provocati da flussi idrici anomali: fino ad un massimo di **10 punti**.

**d.3)** interventi di protezioni spondali; criteri motivazionali: adozione di tipologie che preservino al meglio la struttura del ponte e degli argini sia a monte sia a valle, anche nel caso di fenomeni di erosione provocati da flussi idrici anomali: fino ad un massimo di **10 punti**.

**d.4)** adeguamento della piattaforma stradale ad una strada di tipo C2; criteri motivazionali: adozione di una diversa organizzazione della piattaforma stradale che preveda l'adeguamento da una strada extraurbana di tipo F ad una di tipo C2, fermo restando la previsione di almeno un marciapiede destinato al traffico pedonale: fino ad un massimo di **5 punti**

**In riferimento all'elemento e)** la commissione giudicatrice, per la attribuzione del punteggio, si atterrà al seguente sub - criterio:

**e. 1)** caratteristiche estetiche, architettoniche e di inserimento ambientale; criteri motivazionali: il progetto in ogni sua componente, quali ad esempio strutture esistenti e da realizzare, impianti, dispositivi di ritenuta ed arredi, dovrà offrire nel suo complesso pregio estetico e architettonico, un miglior inserimento ambientale e minimizzare gli oneri di manutenzione; fino ad un massimo di **7 punti**.

**In riferimento all'elemento f)** la commissione giudicatrice, per la attribuzione del punteggio, si atterrà al seguente sub - criterio:

**f. 1)** modalità operative che riducano i fattori di rischio in termini di sicurezza del cantiere; criteri motivazionali: adozione di accorgimenti operativi applicati all'organizzazione di cantiere (formazione, dispositivi di protezione, procedure) che incrementano la salvaguardia dei lavoratori; accorgimenti necessari alla messa in sicurezza del ponte esistente; fino ad un massimo di **8 punti**.

**f. 2)** cantierizzazione; criteri motivazionali: adozione di accorgimenti operativi che comportino la riduzione delle aree utilizzate per l'esecuzione dei lavori evitando occupazioni; mitigazione degli impatti che i lavori avranno sull'ambiente circostante (traffico, mezzi, rumori e polveri); studio degli accessi in alveo; fino ad un massimo di **5 punti**.

### **Art. 3 – Modalità di stipulazione del contratto**

Il contratto è stipulato “a corpo” ai sensi dell'articolo 53, comma 4, terzo periodo, del Codice dei contratti, e dell'articolo 45, comma 6, del regolamento generale.

2. L'importo del contratto, come determinato in sede di gara, resta fisso e invariabile, senza che possa essere invocata da alcuna delle parti contraenti alcuna successiva verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità.

3. Il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara si estende e si applica ai prezzi unitari in elenco, utilizzabili esclusivamente ai fini di cui al comma 4.

4. I prezzi unitari di cui al comma 3, ancorché senza valore negoziale ai fini dell'appalto e della determinazione dell'importo complessivo dei lavori, sono vincolanti per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ai sensi dell'articolo 132 del Codice dei contratti, e che siano estranee ai lavori già previsti nonché ai lavori in economia.

5. I rapporti ed i vincoli negoziali si riferiscono ai lavori, progettazione e coordinamento della sicurezza posti a base d'asta di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a) e c), mentre gli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere di cui all'articolo 1, comma 2, lettera b), costituiscono vincolo negoziale.

6. Entro dieci giorni dall'aggiudicazione definitiva, il RUP avvia le procedure per l'acquisizione dei necessari eventuali pareri e per l'approvazione del progetto definitivo presentato in sede di gara.

In tale fase l'aggiudicatario provvede, ove necessario, ad adeguare il progetto definitivo alle eventuali prescrizioni susseguenti ai suddetti pareri, senza che ciò comporti alcun compenso aggiuntivo a favore dello stesso. Qualora l'affidatario non adegui il progetto definitivo entro la data perentoria assegnata dal RUP, non si procede all'approvazione del progetto e alla stipula del

contratto, procedendo all'annullamento dell'aggiudicazione definitiva e ad interpellare progressivamente i concorrenti ai sensi dell'articolo 140 del D.Lgs. n. 163/06 e smi.

Il progetto definitivo presentato come offerta in sede di gara eventualmente adeguato alle prescrizioni susseguenti ai pareri, è soggetto, prima dell'approvazione, a verifica ai sensi degli art. 52-53 e 54 del DPR 207/10.

In tale fase l'aggiudicatario provvede, ove necessario, ad adeguare il progetto definitivo alle eventuali non conformità o osservazioni rilevate dall'organo di verifica, senza che ciò comporti alcun compenso aggiuntivo a favore dello stesso. Qualora l'affidatario non adegui il progetto definitivo entro la data perentoria assegnata dal RUP, non si procede all'approvazione del progetto e alla stipula del contratto, procedendo all'annullamento dell'aggiudicazione definitiva e ad interpellare progressivamente i concorrenti ai sensi dell'articolo 140 del D.Lgs. n. 163/06 e smi.

7. La stipulazione del contratto avverrà successivamente all'approvazione, da parte della stazione appaltante, del progetto definitivo.

#### Art. 4 – Categoria prevalente e categorie ulteriori

Ai sensi dell'art. 61 del regolamento di esecuzione ed attuazione del codice dei contratti approvato con D.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207 ed in conformità all'allegato «A» al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere **Lavori stradali «OG3»**.

Oltre alla categoria prevalente sono previste lavorazioni di cui all'art. 37, comma 11, del D. Lgs. 163/2006 e all'art. 107 comma 2 del D.P.R. 207/2010 con i limiti indicati dall'art. 109, comma 2; le stesse potranno essere eseguite direttamente dall'offerente solo nel caso sia in possesso delle relative qualificazioni, altrimenti dovrà essere costituito obbligatoriamente raggruppamento temporaneo di impresa di tipo verticale o avvalersi dell'istituto di cui all'art. 49 del D. Lgs. 163/2006.

Le parti di lavoro appartenenti alle categorie diverse da quella prevalente, con i relativi importi, sono indicate nella tabella «A», di seguito indicata quale parte integrante e sostanziale.

**TABELLA A**  
**CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE ULTERIORI DEI LAVORI**

n.	Categoria	Descrizione delle categorie di lavorazioni omogenee	Importo Lavori	Incidenza %
1	<b>OG3</b>	Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, linee tranviarie, metropolitane, funicolari, e piste aeroportuali, e relative opere complementari	€ 711.100,00	32,43%
2	<b>OS21</b>	Opere strutturali speciali	€ 546.000,00	24,90%
3	<b>OG2</b>	Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali	€ 546.400,00	24,92%
4	<b>OG8</b>	Opere fluviali, di difesa, di sistemazione idraulica e di bonifica	€ 245.000,00	11,18%
5	<b>OS12-A</b>	Barriere stradali di sicurezza	€ 80.000,00	3,65%

	<b>OS 11</b>	Apparecchiature Strutturali Speciali	€ 64.000,00	2.92%
		<b>TOTALE A CORPO</b>	<b>€ 2.192.500,00</b>	<b>100,00%</b>

**TOTALE COMPLESSIVO DEI LAVORI D'APPALTO € 2.192.500,00**

**Art. 5 – Progetto preliminare**

Il progetto preliminare posto a base di gara è costituito dai seguenti elaborati :

- R1 RELAZIONE ILLUSTRATIVA
- R2 RELAZIONE PAESAGGISTICA
- R3 RELAZIONE SUL RISCHIO ARCHEOLOGICO
- R4 RELAZIONE SULLA CONSISTENZA DEL MANUFATTO (ART. 20 d.P.R.207/2010)
- R5 RELAZIONE INTERFERENZE
- R6.1 RELAZIONE GEOLOGICA E SULLE INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE
- R6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TERRITORIALE
- R6.3 STRATIGRAFIE, SONDAGGI GEOGNOSTICI E SEZIONI GEOLOGICHE
- R6.4 CERTIFICATI INDAGINI GEOTECNICHE DI LABORATORIO
- R6.5 INDAGINI GEOFISICHE
- R6.6 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DELLE STRUTTURE
- R7.1 RELAZIONE IDRAULICA PRELIMINARE
- R7.2 STUDIO IDRAULICO PRELIMINARE - INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DELL'ALVEO
- R8 RELAZIONE PRELIMINARE GEOTECNICA, SISMICA E SULLE STRUTTURE
- R9 PRIME INDICAZIONI E MISURE PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA
- R10 PIANO GESTIONE DELLE MATERIE
- R11 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- D1 PLANIMETRIE GENERALI DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE, URBANISTICO, AMBIENTALE E VIABILISTICO
- D2 PLANIMETRIA CON RILIEVO TOPOGRAFICO
- D3 ASPETTI STORICO ARCHITETTONICI E CONSISTENZA DEL MANUFATTO (ART. 20 d.P.R.207/2010)
- D4 STATO ATTUALE
- D5 STATO DI PROGETTO - PLANIMETRIE, PROSPETTO E PARTICOLARI STRUTTURE
- E CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA E QUADRO ECONOMICO
- F PIANO PARTICELLARE DI ESPROPRIO - ELENCO DITTE
- G1 SCHEMA DI CONTRATTO
- G2 CAPITOLATO SPECIALE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
- G3 CRONOPROGRAMMA

**Il progetto preliminare, compreso il presente Capitolato Speciale Prestazionale, individua i requisiti minimi ed inderogabili dell'opera oggetto dell'appalto.**

**Art. 6 – Progettazione definitiva**

*Per la redazione e presentazione del progetto definitivo il termine è quello della data di presentazione dell'offerta, di cui tale fase progettuale è componente essenziale.*

Le imprese partecipanti alla gara dovranno elaborare il progetto definitivo che dovrà essere sviluppato a partire dal *progetto preliminare fornito con la documentazione di gara* dalla Stazione



Appaltante. Il progetto definitivo contenuto nell'offerta, dovrà rispondere ai requisiti ed alle specifiche elencate nel presente capitolato, nonché recepire le prescrizioni espresse dagli Enti deputati al rilascio delle autorizzazioni previste.

Il progetto definitivo dovrà fornire gli approfondimenti tecnico-strutturali previsti dal livello progettuale richiesto e, altresì, dovrà comprendere anche le indagini ed i rilievi, al fine di pervenire alla esatta determinazione delle condizioni statiche, di sicurezza e funzionalità dell'opera, sottese ai contenuti del progetto proposto, dei quali il progettista del progetto definitivo rimane unico responsabile senza alcuna possibilità di invocare eventuali carenze e difetti della progettazione preliminare.

**Nel corso della progettazione dovranno essere indicate le modalità tecniche di risoluzione delle interferenze già individuate in fase preliminare all'elaborato R5 - RELAZIONE INTERFERENZE.**

*Il progetto definitivo dovrà essere composto dai documenti ritenuti minimi ed inderogabili ai sensi dell'art. 24, commi 2 e 3, e art. 243 del DPR 207/10.*

Per la progettazione definitiva, così come per quella esecutiva, dell'intervento in questione, l'appaltatore dovrà possedere i requisiti previsti per i progettisti ai sensi dell'art. 92, comma 6, lettera b) del DPR 207/10 attraverso un progettista associato o indicato in sede di offerta ed in grado di dimostrarli. In particolare:

1) L'imprenditore dovrà essere in possesso di attestazione di qualificazione, per sola costruzione o per progettazione e costruzione adeguate per categorie e classifica ai valori dell'appalto da aggiudicare secondo le modalità che saranno definite nel bando. L'imprenditore dovrà individuare in sede di offerta, ovvero associare un soggetto, tra quelli indicati all'art. 90 del Codice dei Contratti  
2) visto il particolare aspetto tecnologico-strutturale dell'opera oggetto dell'appalto, il prestatore di servizi eventualmente partecipante dovrà avere una struttura organizzativa minima costituita da due ingegneri, uno dei quali con specializzazione in ambito strutturale e uno in geotecnica, e da un architetto per la parte inerente gli interventi sul bene culturale.

Il progetto dovrà essere prodotto in tre copie cartacee accompagnato da una su supporto magnetico tipo CD/DVD. Gli elaborati grafici dovranno essere eseguiti in formato dwg nelle versioni più compatibili, mentre le relazioni e quanto altro componga il progetto sarà eseguito su programmi idonei alla rilettura. In ogni caso i parametri e le tipologie degli elaborati dovranno rispettare le norme CEI e UNI.

#### **Art. 7 – Termini per la progettazione esecutiva**

Successivamente alla stipula del contratto il Responsabile del Procedimento, con apposito ordine di servizio, dispone che l'affidatario dia inizio alla progettazione esecutiva dell'opera.

Entro il termine perentorio di **quaranta (40) giorni naturali e consecutivi** dalla data dell'ordine di servizio, l'affidatario dovrà presentare, alla Stazione appaltante, il progetto esecutivo completo in ogni sua parte, redatto ai sensi degli art. 33 e 244 del DPR 207/10.

***Tale termine potrà essere ridotto in sede di presentazione di offerta.***

Qualora il progettista dell'esecutivo ne ravvisi la necessità, l'affidatario, previa informazione al RUP perché possa eventualmente disporre la presenza del direttore dei lavori, provvede all'effettuazione di studi o indagini di maggior dettaglio o verifica rispetto a quelli utilizzati per la redazione del preliminare posto a base di gara, senza che ciò comporti compenso aggiuntivo alcuno a favore dell'affidatario.

*Nel caso siano necessarie ulteriori verifiche e/o riscontri tecnici richiesti dalla Regione Marche al fine del finanziamento come da relativo Decreto del Commissario Delegato maltempo Novembre-dicembre 2013 n. 6/CDM13 del 7.8.2014, l'affidatario si obbliga a realizzarle prima della presentazione del progetto esecutivo senza che il tempo impiegato sia computato nei tempi contrattuali e senza che ciò comporti compenso aggiuntivo alcuno a favore dell'affidatario stesso.*

Il progetto esecutivo corredato del piano di sicurezza e coordinamento, il piano operativo ed il fascicolo dell'opera vengono approvati dalla Stazione appaltante, previa verifica del progetto ai sensi degli art. 52-54 del DPR 207/10, sentito il progettista del progetto preliminare. *Il tempo impiegato dalla stazione appaltante per l'approvazione del progetto esecutivo non è computato nei tempi contrattuali.*

A seguito della verifica del progetto il R.U.P. può richiedere, fissando un termine perentorio in relazione agli approfondimenti da effettuare e comunque non superiore a giorni 10 naturali e consecutivi, ulteriori studi, indagini e verifiche di maggior dettaglio, senza che ciò comporti compenso aggiuntivo a favore dell'appaltatore.

Nel caso di mancato rispetto del termine per la consegna del progetto esecutivo, del PSC e del fascicolo dell'opera previsto dal presente articolo, o per la consegna delle integrazioni richieste a seguito della verifica del progetto, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo si applicano le penali previste nello schema di contratto allegato al presente progetto preliminare, salvo il diritto di risolvere il contratto.

L'avvenuta approvazione è comunicata tempestivamente all'appaltatore a cura del R.U.P. e dalla sua data decorrono i termini previsti per la consegna dei lavori.

#### **Art. 8 – Progettazione esecutiva**

Il progetto esecutivo non può prevedere alcuna variazione geometrica, compositiva, architettonica e cromatica, rispetto a quanto previsto nel progetto definitivo presentato in fase di gara. Sono ammesse eventuali variazioni quantitative o qualitative delle lavorazioni che non abbiano alcuna influenza né sull'importo dei lavori che resta fisso e invariabile nella misura contrattuale, né sulla qualità dell'esecuzione, dei materiali, delle prestazioni e di ogni aspetto tecnico, rispetto a quanto previsto dal progetto definitivo presentato in sede di gara ed approvato dalla Stazione Appaltante. Sono altresì ammesse, secondo quanto disposto dall'art. 168, comma 4 del regolamento approvato con DPR 207/10, le variazioni qualitative e quantitative, contenute entro un importo non superiore al cinque per cento, che non incidano su eventuali prescrizioni degli enti competenti e che non comportino un aumento dell'importo contrattuale.

Nel caso in cui si verifichi una delle ipotesi di cui all'articolo 132, comma 1, lettere a), b) c) e d) del D.Lgs. n. 163/06 e s.m.i., le variazioni da apportarsi al progetto esecutivo sono valutate in base ai prezzi contrattuali e, se del caso, a mezzo di formazione di nuovi prezzi. La stazione appaltante procede all'accertamento delle cause, condizioni e presupposti che hanno dato luogo alle variazioni nonché al concordamento dei nuovi prezzi secondo quanto previsto dall'articolo 32 del presente capitolato.

Nel caso siano necessarie varianti dovute a riscontrati errori od omissioni nel progetto definitivo presentato in sede di offerta, le variazioni e gli oneri da apportarsi al progetto esecutivo sono a carico dell'affidatario.

***Durante l'elaborazione del progetto e prima della sua approvazione, la stazione Appaltante potrà richiedere varianti o modifiche al progetto stesso, che l'impresa si obbliga ad apportare nel nuovo termine che le verrà all'uopo assegnato senza richiedere alcun compenso o rimborso.***

Tale proroga deve essere adeguata alla complessità e importanza delle modifiche da apportare al progetto esecutivo ma non può comunque essere superiore ad un quarto del termine previsto inizialmente.

Resta inteso che, qualora a seguito della redazione del progetto esecutivo, dovessero verificarsi ulteriori occorrenze in ordine alle occupazioni temporanee, nonché si rilevassero ulteriori interferenze che intralciassero il regolare ed ordinato svolgimento dei lavori gli adempimenti conseguenti saranno a cura dell'appaltatore, ivi compresa la progettazione della loro rimozione accettata dagli enti gestori. **Per la soluzione delle interferenze individuate, l'impresa dovrà indicare nei dettagli sia le eventuali soluzioni provvisorie studiate per la fase di lavorazione sia**

**quelle definitive concordate con gli enti gestori dei servizi e con le amministrazioni competenti al rilascio delle autorizzazioni.**

In particolare il Progetto da predisporre dovrà determinare in ogni dettaglio i lavori da realizzare e dovrà essere sviluppato ad un livello di definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione.

Per la progettazione esecutiva dovranno essere seguite le disposizioni vigenti in materia di opere pubbliche. Il calcolo delle strutture dovrà essere eseguito in conformità alle norme vigenti ed in particolare nel rispetto del DM 14/01/2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Il progetto dovrà comprendere tutti gli elaborati previsti dagli art. 33 e 244 del DPR 207/10.

Per la progettazione esecutiva, l'appaltatore dovrà possedere i requisiti previsti per i progettisti ai sensi dell'art. 92, comma 6, lettera b) del DPR 207/10 attraverso un progettista associato o indicato in sede di offerta ed in grado di dimostrarli. In particolare valgono le stesse attestazione e gli stessi requisiti richiesti all'art. 6 del presente Capitolato.

*Per la redazione del Piano di sicurezza e coordinamento e del fascicolo dell'opera, ai sensi dell'art. 100 del D.Lgs. 81/08, su proposta dell'appaltatore, la stazione appaltante nomina il coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione che dovrà essere in possesso dei requisiti richiesti dall'art. 98 del D.Lgs. 81/08, così come modificato dall'art. 66 del D.Lgs. 106/09.*

Il compenso per la redazione del PSC rientra nel corrispettivo per la progettazione esecutiva.

L'importo per spese di progettazione (onorario professionale più spese, dei professionisti incaricati) del presente capitolato è soggetto a ribasso. Il relativo corrispettivo remunererà tutti gli oneri diretti ed indiretti di progettazione, compresi i rilievi e le verifiche, derivanti dalla redazione della progettazione esecutiva, nonché per assolvere ad ogni altro obbligo e prestazione accessoria previsto a suo carico o comunque derivante dal contratto.

Il progetto, compreso il Piano di sicurezza e coordinamento ed il fascicolo dell'opera, ed il piano operativo dovranno essere prodotti in tre copie cartacee accompagnati da una su supporto magnetico tipo CD/DVD. Gli elaborati grafici dovranno essere eseguiti in formato dwg nelle versioni più compatibili, mentre le relazioni e quanto altro componga il progetto sarà eseguito su programmi idonei alla rilettura. In ogni caso i parametri e le tipologie degli elaborati dovranno rispettare le norme CEI e UNI.

Ciascun elaborato progettuale del progetto esecutivo, del piano di sicurezza e coordinamento e del fascicolo dell'opera una volta consegnati diverranno di proprietà piena ed assoluta dell'Ente, il quale potrà, a suo insindacabile giudizio, darne o meno esecuzione, come anche introdurvi, nel modo e con i mezzi che riterrà più opportuni. La Stazione appaltante, avrà facoltà di utilizzarli nel proprio interesse o di affidarne l'esecuzione, in caso di mancato rispetto dei termini contrattuali da parte dell'impresa appaltatrice, ad altro soggetto esecutore, senza onere alcuno.

Tutte le variazioni ed aggiunte che l'ente riterrà opportune saranno riconosciute necessarie, senza che da parte del Professionista incaricato o dell'appaltatore possano essere sollevate eccezioni di sorta.

**Art. 9 – Mancata approvazione del progetto esecutivo**

Qualora il progetto esecutivo redatto a cura dell'appaltatore non sia ritenuto meritevole di approvazione, il contratto è risolto per inadempimento dell'appaltatore medesimo ai sensi e secondo le modalità previste dall'art. 136 del D.Lgs. 163/06. In tal caso nulla è dovuto all'appaltatore per le spese sostenute per la progettazione stessa.

Non è meritevole di approvazione il progetto esecutivo:

a) che si discosti dalla progettazione posta a base di gara e dal progetto definitivo presentato in fase di offerta in modo da compromettere, anche parzialmente, le finalità dell'intervento, il suo costo o gli elementi architettonici, cromatici o compositivi;

- b) che sia in contrasto con norme di legge o di regolamento in materia edilizia, urbanistica, di sicurezza, igienico sanitaria, superamento delle barriere architettoniche o altre norme speciali;
- c) che sia redatto in violazione di norme tecniche di settore, con particolare riguardo alle parti in sottosuolo, alle parti strutturali e a quelle impiantistiche;
- d) che, secondo le normali cognizioni tecniche non illustri compiutamente i lavori da eseguire o li illustri in modo non idoneo alla loro immediata esecuzione;
- e) nel quale si riscontrino errori od omissioni progettuali come definite dal Codice dei contratti;
- f) che, in ogni altro caso, comporti una sua attuazione in forma diversa o in tempi diversi rispetto a quanto previsto dalla progettazione a base di gara.

In ogni altro caso di mancata approvazione del progetto esecutivo, per cause non imputabili all'appaltatore, la Stazione appaltante può recedere dal contratto e all'appaltatore sono riconosciuti i seguenti importi:

- a) le spese contrattuali sostenute, ai sensi dell'articolo 139 del regolamento approvato con DPR 207/10;
- b) le spese per la progettazione /la revisione/il completamento della progettazione come determinate nei documenti di gara;
- c) altre spese eventualmente sostenute e adeguatamente documentate, comunque in misura non superiore a quanto previsto dall'articolo 157, comma 1, del regolamento approvato con DPR 207/10.

#### **Art. 10 - Documenti contrattuali - Spese contrattuali**

Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:

- a) il capitolato generale d'appalto approvato con D.M. ll.pp. 19 aprile 2000 n. 145, per quanto non in contrasto con il presente disciplinare speciale e prestazionale o non disciplinato dallo stesso e per gli articoli a tutt'oggi vigenti;
- b) il presente disciplinare speciale d'appalto comprese le tabelle allegate allo stesso;
- c) tutti gli elaborati grafici e gli altri atti del progetto preliminare;
- d) L'elaborato contenente la stima sommaria dei costi della sicurezza indicato nel bando di gara è allegato al contratto, ferma restando l'integrazione di quest'ultimo con il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del D.Lgs. n. 81/08 e s.m.i, predisposto a corredo del progetto esecutivo.

Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

- il Codice dei contratti, approvato con decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 e s.m.i;
- il Regolamento generale approvato con D.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207 per quanto applicabile.
- il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i, con i relativi allegati.

In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

In caso di norme del capitolato speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le spese di gara, quelle per redazione, copia, stipulazione e registrazione del contratto, quelle di bollo e di registro degli atti, occorrenti per la gestione dei lavori dal giorno dell'aggiudicazione a quello del collaudo dell'opera finita.

#### **Art. 11 - Essenzialità delle clausole – Conoscenza delle condizioni di appalto**

L'Appaltatore con la partecipazione alla gara, dichiara espressamente che tutte le clausole e condizioni previste nel contratto, nel presente Capitolato e in tutti gli altri documenti che del contratto fanno parte integrante, hanno carattere di essenzialità.

La sottoscrizione del contratto e dei suoi allegati da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.

Ai sensi dell'articolo 106, comma 3, regolamento generale sui lavori pubblici approvato con D.P.R. 207/2010, l'Appaltatore da altresì atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione tutta, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto unitamente al responsabile del procedimento, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

L'Appaltatore dichiara altresì di essersi recato sul luogo dove debbono eseguirsi i lavori e nelle aree adiacenti e di aver valutato l'influenza e gli oneri conseguenti sull'andamento e sul costo dei lavori, e pertanto di:

- aver preso conoscenza delle condizioni locali, delle cave, dei campioni e dei mercati di approvvigionamento dei materiali, nonché di tutte le circostanze generali e particolari che possano aver influito sulla determinazione dei prezzi e delle condizioni contrattuali e che possano influire sull'esecuzione dell'opera;
- di avere accertato le condizioni di viabilità, di accesso, di impianto del cantiere, dell'esistenza di discariche autorizzate, e le condizioni del suolo su cui dovrà sorgere l'opera.
- di aver esaminato minuziosamente e dettagliatamente il progetto sotto il profilo tecnico e delle regole dell'arte, anche in merito al terreno di fondazione e ai particolari costruttivi, riconoscendo a norma di legge e a regola d'arte, e di conseguenza perfettamente eseguibile senza che si possono verificare vizi successivi alla ultimazione dei lavori;
- di aver effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori, oggetto dell'appalto, nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori posti in appalto;
- di avere attentamente vagliato tutte le indicazioni e le clausole del presente Capitolato Speciale, in modo particolare quelle riguardanti gli obblighi e responsabilità dell'Appaltatore.

L'Appaltatore non potrà quindi eccepire, durante l'esecuzione dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o sopravvenienza di elementi ulteriori, a meno che tali nuovi elementi appartengono alla categoria delle cause di forza maggiore.

#### **Art. 12 - Consegna dei lavori e inizio dei lavori**

L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo l'approvazione del progetto esecutivo in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta approvazione, previa convocazione dell'appaltatore.

Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, viene fissato un termine perentorio dalla Direzione lavori, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione.

Decorso inutilmente il termine di anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta.

Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

L'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi ed antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; i DURC saranno richiesti dalla Stazione appaltante.

L'Appaltatore, nell'eseguire i lavori in conformità del progetto, dovrà uniformarsi agli ordini di servizio ed alle istruzioni e prescrizioni che gli saranno comunicate per iscritto dal Direttore dei lavori, fatte salve le sue riserve nel registro di contabilità.

Se l'inizio dei lavori contempla delle categorie di lavoro oggetto di subappalto, sarà cura dell'Appaltatore accertarsi di avere tutte le autorizzazioni, previste per legge, da parte della stazione appaltante.

Le disposizioni sulla consegna si applicano anche alle singole consegne frazionate, relative alle singole parti di lavoro nelle quali questo sia frazionato, come previsto dalla documentazione progettuale, oppure in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati.

Per eventuali differenze riscontrate fra le condizioni locali ed il progetto, all'atto della consegna dei lavori, si applicano le norme richiamate all'art. 155 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici.

## PROGRAMMA DI ESECUZIONE DEI LAVORI

### **Art. 13 – Andamento dei lavori**

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

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà presentare all'approvazione del Direttore dei lavori e del Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione un diagramma dettagliato di esecuzione dell'opera per singole lavorazioni o categorie di lavoro (tipo Gantt, Pert o simili), che sarà vincolante solo per l'Appaltatore stesso, in quanto l'Amministrazione appaltante riserva il diritto di ordinare l'esecuzione di una determinata lavorazione entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente per i propri interessi, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

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

### **Art. 14 – Proprietà dei materiali di recupero o scavo**

I materiali provenienti da scavi o demolizioni resteranno di proprietà dell'Amministrazione appaltante, e per essi il Direttore dei lavori potrà ordinare all'Appaltatore la selezione, l'accatastamento e lo stoccaggio in aree idonee del cantiere, intendendosi di ciò compensato con i prezzi degli scavi e delle demolizioni relative.

Tali materiali potranno essere riutilizzati dall'Appaltatore nelle opere da realizzarsi solo su ordine del Direttore dei lavori, e dopo avere pattuito il prezzo, eventualmente da detrarre dal prezzo della corrispondente lavorazione se non già contemplato (art. 36 del D.M.II.pp. n. 145/2000).

Il materiale di cui al presente articolo che rientra nei termini di rifiuto da costruzione e demolizione rimane di proprietà dell'impresa, pertanto la stessa impresa esecutrice nel definire la propria offerta di gara deve tenere conto che tale materiale deve essere idoneamente allontanato dal cantiere e portato a discarica o recuperato a propria cura e spese.

## SOSPENSIONI O RIPRESE DEI LAVORI

### Art. 15 - **Sospensione - Ripresa e proroghe dei lavori**

La Direzione lavori potrà ordinare la sospensione dei lavori in conformità a quanto previsto dagli artt. 158 e 159 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici.

Cessate le cause della sospensione la direzione dei lavori ordina la ripresa dei lavori redigendo l'apposito verbale. L'appaltatore che ritenga essere cessate le cause che hanno determinato la sospensione dei lavori senza che sia stata disposta la loro ripresa, può diffidare per iscritto il responsabile del procedimento a dare le necessarie disposizioni alla direzione dei lavori perché provveda alla ripresa dei lavori stessi.

Nessun diritto per compensi od indennizzi spetterà all'Appaltatore in conseguenza delle ordinate sospensioni, la cui durata peraltro sarà aggiunta al tempo utile per l'ultimazione dei lavori.

I verbali di sospensione e ripresa dei lavori saranno firmati dal Direttore dei lavori e dall'Appaltatore e trasmessi al Responsabile del procedimento entro 5 giorni dalla data della loro redazione.

Nell'interesse dell'Amministrazione appaltante, previo accordo della Direzione lavori e del Responsabile del procedimento, sono ammesse sospensioni parziali dei lavori, nel relativo verbale dovranno essere riportate le opere o le lavorazioni per cui si intendono interrotti i tempi di esecuzione.

Rientrano tra le circostanze speciali (art. 158, comma 1 del DPR n. 207/2010) le sospensioni relative alle lavorazioni inerenti l'esecuzione dello strato di usura in conglomerato bituminoso, in cui la stesa deve avvenire in condizioni ambientali tali da garantire delle prestazioni tecnico-funzionali minime come dalle norme tecniche o dalle specifiche tecniche del presente capitolato.

Le eventuali sospensioni illegittime sono regolate e normate dall'articolo 160 del Regolamento approvato con D.P.R. 207/10.

Qualora l'Appaltatore, per cause a lui non imputabili, ovvero da comprovate circostanze eccezionali e imprevedibili, prevedesse di non potere compiere i lavori entro il termine pattuito, potrà chiedere la proroga, da presentare prima della scadenza dei termini di ultimazione lavori, la risposta in merito all'istanza di proroga è resa dal Responsabile del procedimento, sentito il Direttore dei Lavori, entro 30 giorni dal suo ricevimento.(art. 159 DPR 207/10)).

La concessione della proroga annulla l'applicazione della penale, fino allo scadere della proroga stessa.

A giustificazione del ritardo nell'ultimazione dei lavori o nel rispetto delle scadenze fissate dal programma temporale l'appaltatore non può mai attribuirne la causa, in tutto o in parte, ad altre ditte o imprese o forniture, se esso appaltatore non abbia tempestivamente per iscritto denunciato alla Stazione appaltante il ritardo imputabile a dette ditte, imprese o fornitori.

Qualora l'Amministrazione appaltante intenda eseguire ulteriori lavori, o lavori non previsti negli elaborati progettuali, sempre nel rispetto della normativa vigente, se per gli stessi sono necessari tempi di esecuzione più lunghi di quelli previsti nel contratto, la stazione appaltante, a proprio insindacabile giudizio, procederà a stabilire una nuova ultimazione dei lavori fissandone i termini con apposito atto deliberativo.

In caso di inosservanza di norme in materia di igiene e sicurezza sul lavoro o in caso di pericolo imminente per i lavoratori, il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori o il Responsabile dei Lavori ovvero il Committente, potrà ordinare la sospensione dei lavori, disponendone la ripresa solo quando sia di nuovo assicurato il rispetto della normativa vigente e siano ripristinate le condizioni di sicurezza e igiene del lavoro.

Per sospensioni dovute a pericolo grave ed imminente il Committente non riconoscerà alcun compenso o indennizzo all'Appaltatore; la durata delle eventuali sospensioni dovute ad inosservanza dell'Appaltatore delle norme in materia di sicurezza, non comporterà uno slittamento dei tempi di ultimazione dei lavori previsti dal contratto.

## ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

### Art. 16 - **Cauzione provvisoria**

In base all'art. 75 commi 1 e 2 del D.Lgs. 163/2006, l'Impresa dovrà disporre di una fidejussione bancaria o assicurativa pari al 2% dell'importo dei lavori al momento della presentazione delle offerte, con l'impegno del fidejussore a rilasciare la garanzia fidejussoria definitiva, qualora l'offerente risultasse aggiudicatario.

La cauzione provvisoria realizzata mediante fidejussione bancaria o polizza assicurativa dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.

La validità della fideiussione bancaria o polizza assicurativa relativa alla cauzione provvisoria dovrà avere validità per almeno 180 giorni dalla data di presentazione dell'offerta.

La cauzione copre la mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

Ai non aggiudicatari la cauzione verrà restituita entro 30 giorni dall'aggiudicazione.

In caso di associazione temporanea di impresa la garanzia deve riportare l'indicazione di tutte le imprese associate.

### Art. 17 - **Cauzione definitiva**

Al momento della stipulazione del contratto l'Impresa aggiudicataria dovrà costituire una garanzia fideiussoria nella misura e termini secondo quanto disposto dall'art. 113 comma 1 del D.Lgs. 163/2006 e dell'art. 123 del regolamento di esecuzione ed attuazione.

La cauzione definitiva realizzata mediante fidejussione bancaria o polizza assicurativa dovrà prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante.

La mancata costituzione della garanzia determinerà la revoca dell'affidamento e l'incameramento della cauzione provvisoria da parte dell'Amministrazione Appaltante, che aggiudicherà l'appalto al concorrente che segue nella graduatoria, ai sensi dell'art. 113, comma 4, del D.Lgs. 163/2006.

La garanzia copre gli oneri per il mancato o inesatto adempimento dei lavori e degli obblighi dell'Impresa e cessa di avere effetto solo alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo provvisorio.

L'Amministrazione appaltante, per esercitare i diritti ad essa spettanti sulla cauzione, a norma del comma precedente, potrà procedere alla liquidazione d'ufficio delle sole sue pretese, imputandone il relativo ammontare alla cauzione.

L'Appaltatore dovrà reintegrare la cauzione, della quale la stazione appaltante abbia dovuto valersi in tutto o in parte.

In caso di varianti in corso d'opera che aumentino l'importo contrattuale, se ritenuto opportuno dalla stazione appaltante, l'Impresa dovrà provvedere a costituire un'ulteriore garanzia fidejussoria, per un importo pari al 10% del valore aggiuntivo del contratto iniziale.



#### **Art. 18 – Riduzione delle garanzie**

L'importo della cauzione provvisoria secondo quanto disposto di cui all'art. 13 del presente Capitolato è ridotto al 50 per cento per i concorrenti in possesso della certificazione di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9000, ovvero di dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema, ai sensi dell'articolo 75, comma 7, e dell'art. 40, comma 7, del D.Lgs. 163/2006.

L'importo della cauzione definitiva di cui all'art. 14 del presente Capitolato è ridotto al 50 per cento per l'appaltatore in possesso delle medesime certificazioni o dichiarazioni di cui comma precedente. In caso di associazione temporanea di concorrenti le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate qualora il possesso delle certificazioni o delle dichiarazioni sopra indicate sia comprovato dalla impresa capogruppo mandataria ed eventualmente da un numero di imprese mandanti, qualora la somma dei requisiti tecnico-organizzativo complessivi sia almeno pari a quella necessaria per la qualificazione dell'impresa singola.

#### **Art. 19 - Copertura assicurativa a carico dell'impresa**

Ai sensi dell'articolo 129 comma 1, del D.Lgs. 163/2006 e dell'art. 125 del D.P.R. 207/2010, l'appaltatore è obbligato, almeno 10 giorni prima della consegna dei lavori ai sensi, a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati e che copra i danni subiti dalla stessa Stazione appaltante a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori, sino alla data di emissione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo.

La garanzia assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla Stazione appaltante deve essere stipulata nella forma «Contractors All Risks» (C.A.R.) e deve:

- a) prevedere una somma assicurata non inferiore all'importo del contratto, così distinta:
- partita 1) per le opere oggetto del contratto: importo del contratto stesso, al netto degli importi di cui alle partite 2) e 3),
  - partita 2) per le opere preesistenti: euro 250.000,00 ,
  - partita 3) per demolizioni e sgomberi: euro 250.000,00 ,

Il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi non deve essere inferiore a Euro 500.000,00 così come previsto dall'art. 125 comma 2 del D.P.R. 207/2010; tale polizza deve specificamente prevedere l'indicazione che tra le "persone" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, della direzione dei lavori e dei collaudatori in corso d'opera. Le polizze di cui al presente comma devono recare espressamente il vincolo a favore della Stazione appaltante e devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al termine previsto per l'approvazione del certificato di regolare esecuzione o di collaudo.

La garanzia assicurativa prestata dall'appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 37 del D.Lgs. 163/2006 le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

#### **Art. 20 - Copertura assicurativa della progettazione**

Ai sensi del combinato disposto degli articoli 53, comma 3, e 111, comma 1, del Codice dei contratti, deve essere presentata alla Stazione appaltante una polizza di responsabilità civile professionale per i rischi di progettazione, a far data dall'approvazione del progetto esecutivo, per tutta la durata dei lavori e sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio; la polizza deve coprire le nuove spese di progettazione e i maggiori costi che l'amministrazione dovesse sopportare per le varianti di cui all'articolo 132, comma 1, lettera e), del Codice dei contratti, restando necessarie in corso di esecuzione.

La garanzia è prestata alle condizioni e prescrizioni previste dallo schema tipo 2.2 allegato al d.m. 12 marzo 2004, n. 123.

Qualora il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni non sono opponibili alla Stazione appaltante.

L'assicurazione deve essere presentata, in alternativa:

- a) dal progettista titolare della progettazione esecutiva indicato in sede di gara e incaricato dall'appaltatore o associato temporaneamente a quest'ultimo;
- b) dall'appaltatore medesimo qualora questi sia qualificato per la progettazione ai sensi dell'articolo 79, comma 7, del D.P.R. n. 207/10 e la progettazione esecutiva sia redatta dallo suo staff tecnico.

#### **Art. 21 – Oneri, obblighi e responsabilità dell'appaltatore**

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

- 1) la fornitura del cantiere attrezzato in relazione alla entità dell'opera con tutti i più moderni perfezionati impianti per assicurare la perfetta esecuzione di tutte le opere da costruire compreso la delimitazione del cantiere con segnalazione diurna e notturna conforme alle normative e leggi vigenti;
- 2) l'apposizione, custodia e il mantenimento dei cartelli stradali di segnalamento, di delimitazione e dei dispositivi che assicurino la visibilità notturna nei cantieri su strada e relative pertinenze, in conformità al nuovo codice della strada (D.L.vo 285/92) e dal relativo regolamento di esecuzione e di attuazione vigente e dal D.M: 10/7/02 "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo."
- 3) le tettoie e i parapetti a protezione di strade aperte al pubblico site nelle zone di pericolo nei pressi del cantiere;
- 4) l'apposizione di almeno una tabella informativa all'esterno del cantiere di dimensioni minime di 200x150 cm, e la loro manutenzione o sostituzione in caso di degrado fino alla ultimazione dei lavori, con le indicazioni usuali come previste dalla Circ. Min. LL.PP. n.1729/UL del 1/6/90; in caso di contestazione degli organi di polizia, ogni addebito all'Amministrazione verrà addebitato all'Appaltatore in sede di contabilità;
- 5) tutte le operazioni di topografia di tracciatura e rilievo topografico dettagliato dello stato di fatto, segnalando eventuali interferenza con le opere progettate ed adeguatamente restituito con sistema computerizzato leggibile;
- 6) provvedere al tracciamento delle opere con i mezzi, attrezzature e strumentazione scientifica con il proprio personale tecnico e relativa mano d'opera necessari per predisporre i lavori in conformità agli elaborati progettuali o agli ordini impartiti dalla Direzione lavori;
- 7) il nolo, ed il degradamento degli attrezzi, degli utensili e dei macchinari e di tutte le opere provvisorie in genere, nessuna esclusa, e di quanto occorra alla esecuzione piena e perfetta dei lavori e dei loro spostamenti;
- 8) le verifiche, i sondaggi, gli apparecchi, gli utensili ed il personale occorrente per l'accertamento delle misure, sia in corso d'opera per la contabilità che in sede di collaudo dei lavori, solo escluso

l'onorario per i collaudatori, compreso l'eventuale rifacimento in pristino stato di opere dal giorno della consegna fino al collaudo compiuto;

9) i passaggi, le occupazioni temporanee, l'uso delle località di scarico definitivo ed il risarcimento dei danni per qualunque causa arrecati;

10) l'immediato sgombero del suolo pubblico delle aree di cantiere e di deposito, in caso di richiesta della Direzione lavori;

11) la custodia e sorveglianza, diurna e notturna, anche festiva compreso l'onere per la buona conservazione delle opere realizzate e dell'intero cantiere fino a collaudo ultimato, tale vigilanza si intende estesa anche nei periodi di sospensione dei lavori;

12) le imposte di registro e bollo e tutte le altre imposte e tasse anche se stabilite posteriormente alla stipulazione del contratto, sia ordinarie che straordinarie, presenti e future;

13) ogni qualsiasi spesa conseguente ed accessoria, anche se non espressamente qui indicata;

14) l'esecuzione di tutti i modelli e campioni dei lavori e materiali che potessero venire richiesti dalla Direzione lavori o dal collaudatore;

15) le analisi delle caratteristiche dei materiali inerti, dei bitumi e delle miscele di conglomerati da sottoporre all'accettazione della Direzione dei lavori prima dell'inizio dei lavori (*prove preliminari di qualificazione*);

16) l'esecuzione presso gli Istituti incaricati ovvero di laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, di tutte le prove e gli assaggi che verranno in ogni tempo ordinati dalla Direzione lavori o dal collaudatore sui materiali impiegati e da impiegarsi nelle lavorazioni in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi (prove di qualità in corso d'opera – prove finali e di collaudo);

17) dare comunicazione alla Direzione lavori nei tempi e modalità stabiliti dallo stesso, nei riguardi di notizie sul numero di operai per giorno, con nominativo e qualifica, ore lavorative e livello retributivo, giorni in cui non si è lavorato e motivo e i lavori eseguiti; la mancata ottemperanza, o il ritardo di oltre 10 giorni, da parte dell'Appaltatore a quanto suddetto sarà considerata grave inadempienza contrattuale;

18) l'eventuale conservazione, dei campioni muniti di sigilli e firme della Direzione lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità;

19) i pagamenti degli operai, secondo le norme dei contratti di lavoro vigenti;

20) la fornitura di fotografie delle opere in corso dei vari periodo dell'appalto, in particolare modo per lavorazioni di particolare complessità o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione ovvero a semplice richiesta della Direzione lavori, corrispondente ad ogni stato di avanzamento nel numero e dimensioni che saranno di volta in volta richiesti dalla Direzione lavori;

21) l'adozione nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e la incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati;

22) lo sgombero e la pulizia del cantiere entro 7 giorni dal verbale di ultimazione dei lavori, dei mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà;

23) la pulizia continua degli ambienti circostanti il cantiere qualora la sporcizia sia derivante dal cantiere;

24) ogni onere e responsabilità, sia civile che penale inerente ai lavori appaltati sia verso la Stazione Appaltante che verso terzi e ciò nonostante il diritto di sorveglianza e direzione da parte della Stazione Appaltante;

25) il rispetto di quanto previsto dal Regolamento per il controllo delle composizioni azionarie dei soggetti aggiudicatari ai OO.PP di cui al D.P.R. 11.2.1991 n. 197;

26) all'atto della consegna dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la prova dell'avvenuta assicurazione contro gli infortuni sul lavoro per tutta la durata dei lavori appaltati, inoltre dovrà dare prova

dell'avvenuta comunicazione dell'apertura del cantiere alla Cassa Edile, enti previdenziali e assicurativi quali: I.N.P.S., I.N.A.I.L. e Ispettorato del lavoro;

27) le spese per allacciamenti provvisori e relativi contributi e diritti dei servizi di acqua, elettricità, gas, telefono e fognature per l'esecuzione dei lavori ed il funzionamento del cantiere, incluse le spese di utenza dei suddetti servizi;

28) il controllo preventivo dello stato di fatto degli edifici, fabbricati o costruzioni in genere nell'area di interferenza con le strutture e gli scavi da eseguire per la realizzazione delle opere di appalto, con stesura di apposita relazione descrittiva e documentazione fotografica dello stato di fatto;

29) la riparazione dei danni, dipendenti anche da forza maggiore, che si verificassero negli scavi, nei rinterri, agli attrezzi ed a tutte le opere provvisionali;

30) la sistemazione delle strade e dei collegamenti interni, nonché il mantenimento fino a collaudo della continuità degli scoli delle acque e del transito sulle vie o sentieri pubblici e privati adiacenti le opere da eseguire;

31) l'appaltatore dovrà farsi carico di presentare presso gli organi competenti le autorizzazioni per l'abbattimento degli alberi ad alto fusto interferenti con l'area di cantiere e le opere da realizzare con il presente appalto, in conformità alla L.R. 23/2/05 n. 6;

32) la fornitura agli enti erogatori dei pubblici servizi (acqua, gas, telefono ecc..) che eventualmente interverranno per i previsti allacciamenti di tutte le necessarie assistenze di cantiere e assistenze murarie, quali scavi, rinterri, apertura e chiusura di tracce, esecuzione di manufatti e quant'altro esplicitamente richiesto dai tecnici degli enti stessi;

33) gli oneri e le spese relative a diritti, licenze, concessioni, autorizzazioni e quanto altro richiesto e necessario per dare l'opera eseguita a perfetta regola d'arte, completa, funzionante e fruibile;

34) lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio degli alberi, delle siepi e l'estirpazione delle ceppaie;

35) le pratiche presso Amministrazioni ed Enti per permessi, licenze, concessioni e autorizzazioni per opere di presidio, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, cautelamenti, trasporti speciali nonché le spese ad esse relative per tasse, diritti, indennità canoni e cauzioni. In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni;

36) il risarcimento dei danni che in dipendenza del modo di esecuzione dei lavori venissero arrecati a proprietà pubbliche e private od a persone, restando libere ed indenni l'Amministrazione appaltante ed il suo personale;

37) la trasmissione con cadenza quadrimestrale delle copie dei versamenti contributivi, previdenziali ed assicurativi, nonché quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, effettuati dall'appaltatore e dalle ditte subappaltatrici;

38) gli oneri di eventuale apertura e coltivazione delle cave di prestito, oneri di ricerca ed ottenimento delle aree di discarica sia pubbliche che private debitamente autorizzate;

39) l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale;

40) prima dell'inizio dei lavori l'impresa deve redigere un proprio "programma esecutivo" e presentarlo alla Direzione lavori, così come previsto dal comma 10 dell'art. 43 del DPR n. 207/2010, rimangono a carico dell'appaltatore gli eventuali aggiornamenti o modifiche richieste al programma suddetto da parte della stazione appaltante;

41) l'obbligo di eseguire i lavori nel rispetto di quanto previsto dal cronoprogramma e dal programma esecutivo dei lavori;

42) la predisposizione a totale carico dell'appaltatore degli elaborati di fine lavori, rappresentativi dell'esatto stato di fatto così costruito, comprensivi di disegni, schemi, relazioni ecc..., il tutto su supporto cartaceo in numero due copie e supporto magnetico aperto, leggibile ed operabile;

43) l'appaltatore dovrà a sua cura e spese, in quanto ricomprese nel prezzo dell'appalto, provvedere allo spostamento o allo smantellamento delle linee dei servizi aree e/o interrato che abbiano interferenza con le opere appaltate in accordo con le società prestatrici dei servizi, facendosi carico anche di contattare preventivamente tali società e di richiedere loro tutti i permessi e/o nulla osta necessari; tali situazioni di interferenza e di condizionamento della esecuzione delle opere in appalto non potrà in ogni caso costituire motivo di richiesta di maggiore compenso o di sospensione da parte della ditta appaltatrice ritenendosi compreso e compensato nell'offerta presentata ogni maggiore onere derivante dallo stato di fatto esistente;

44) l'appaltatore dovrà comunicare per iscritto alla stazione appaltante almeno 40 giorni prima dell'effettiva necessità le eventuali aree o zone da assoggettare per l'occupazione temporanea al fine di permettere la corretta e normale attività di cantiere, sarà cura della stazione appaltante emettere l'apposito atto di immissione ai sensi dell'art. 49 del D.P.R. n. 327/2001 s.m.e i.;

45) prima dell'inizio dei lavori l'appaltatore dovrà predisporre e presentare presso l'ufficio competente o accettarsi che sia stata già presentata, la "dichiarazione smaltimento rifiuti edili" ai sensi della L.R. n. 71/97 art. 24;

46) l'appaltatore dovrà mettere a disposizione esclusiva della Direzione lavori una struttura confortevole nell'area di cantiere necessaria per svolgere la propria attività di controllo e con relativa zona da adibire ad archivio campionature e provini;

**47) l'appaltatore, sensi dell'art. 43 comma 4 dovrà predisporre prima dell'inizio dei lavori il Piano di Qualità di Costruzione di Installazione da sottoporre all'approvazione della D.L.;**

**48) l'appaltatore ai sensi dell'art 43 comma 5 dovrà predisporre prima dell'inizio dei lavori un piano per i controlli di cantiere nel corso delle diverse fasi dei lavori;**

**49) l'appaltatore ai sensi dell'art. 43 comma 10 dovrà presentare prima dell'inizio dei lavori un programma esecutivo dettagliato delle lavorazioni.**

**Di tutti tali oneri l'impresa terrà conto in sede di formulazione dell'offerta.**

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

A garanzia di tali obblighi sulla tutela dei lavoratori si effettuerà sull'importo complessivo netto dei lavori, ad ogni stato di avanzamento una particolare ritenuta dello 0,50%.

In caso di trascuratezza da parte dell'Appaltatore nell'adempimento dei suddetti obblighi, vi provvederà la stazione appaltante, avvalendosi della ritenuta di cui sopra, senza pregiudizio, in alcun caso, delle eventuali peggiori responsabilità dell'Appaltatore verso gli aventi diritto.

Potranno essere fatte ulteriori ritenute sul credito dell'appaltatore fino a raggiungere l'importo della somma necessaria, qualora, la ritenuta di cui sopra non fosse sufficiente. L'importo delle ritenute fatte per lo scopo sopra detto ed eventualmente non erogate, sarà restituito all'Appaltatore con l'ultima rata di acconto.

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

All'impresa aggiudicataria è fatto assoluto divieto di dare qualsiasi tipo di ordine o disposizione ai cantonieri o al personale di sorveglianza dell'Amministrazione appaltante.

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

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

Qualora nonostante le cautele usate si dovessero manifestare danni alle condotte, cavi o altri servizi, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei lavori. In caso di eventuali danneggiamenti prodotti ai servizi, sopra indicati, questa Amministrazione rimarrà comunque sollevata da ogni risarcimento danni e da ogni responsabilità civile e penale che ne consegua.

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

#### **Art. 22 - Subappalto e cottimo**

E' consentito l'affidamento in subappalto o in cottimo, previa autorizzazione scritta dell'Amministrazione appaltante o per scadenza dei termini indicati dall'art. 118 del D.Lg. 163/06, a tutte le lavorazioni a qualunque categoria appartengano tra quelle indicate all'art.3 del presente Disciplinare speciale prestazionale, tranne che per la categoria prevalente la cui quota parte subappaltabile non dovrà in ogni caso essere superiore al 30%, rientrando in tale percentuale anche il nolo a caldo dei mezzi e la fornitura dei materiali per l'esecuzione delle categorie di lavoro previste nell'appalto, qualora affidate allo stesso soggetto.

L'affidamento in subappalto o in cottimo è concesso alle condizioni stabilite dall'art. 118 del Dlgs n. 163/06, ovvero le condizioni per ottenere l'autorizzazione al subappalto sono le seguenti:

- 1) che i concorrenti all'atto dell'offerta o l'affidatario, nel caso di varianti in corso d'opera, all'atto dell'affidamento, abbiano indicato i lavori o le parti di opere che intendono subappaltare o concedere in cottimo, l'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo è vietato e non può essere autorizzato;
- 2) che l'Appaltatore provveda al deposito della copia autentica del contratto di subappalto presso l'Amministrazione appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni;
- 3) che al momento del deposito del contratto di subappalto presso l'Amministrazione appaltante, l'Appaltatore trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti di cui al punto 4);
- 4) attestazioni nei riguardi dell'affidatario del subappalto o del cottimo per il possesso dei requisiti previsti dal D.P.R. 207/2010 in materia di qualificazione per la partecipazione alle gare di lavori pubblici, in relazione alla categoria e all'importo dei lavori da realizzare in subappalto o in cottimo;
- 5) che non sussista, nei confronti dell'affidatario del subappalto o del cottimo alcuno dei divieti previsti dall'art. 10 della legge 31/5/65 n.575, e successive modificazioni.

L'Appaltatore che ha dichiarato l'intenzione di subappaltare deve, in un momento successivo all'aggiudicazione definitiva, richiedere la formale autorizzazione alla stazione appaltante a cui vanno allegati i seguenti documenti:

- 1) requisiti di qualificazione del subappaltatore secondo le vigenti normative in materia di qualificazione delle imprese per la partecipazione dei lavori pubblici;
- 2) dichiarazione circa l'insussistenza di forme di collegamento (art. 2359 c.c.) con la ditta affidataria del subappalto;
- 3) la regolarità antimafia per la ditta subappaltatrice nel rispetto di quanto previsto in materia dal D.P.R. 252/98.

L'Amministrazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione del subappalto entro trenta giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che vi sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa.

L'impresa aggiudicataria dei lavori dovrà inoltre:

- trasmettere alla stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, copia della documentazione, riferita alle imprese subappaltatrici, di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, assicurativi ed infortunistici;
- trasmettere periodicamente alla stazione appaltante copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi ecc. effettuati dalle imprese subappaltatrici dei lavori;
- praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione, con ribasso non superiore al 20%;
- corrispondere gli oneri della sicurezza relativi alle prestazioni in subappalto, alle imprese subappaltatrici, senza alcun ribasso.

L'Appaltatore è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori; è altresì, responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

La stazione appaltante resta completamente estranea al rapporto intercorrente fra l'Appaltatore e le ditte che effettuano le forniture o le opere in subappalto per cui l'Appaltatore medesimo resta l'unico responsabile nei confronti della stazione appaltante della buona e puntuale esecuzione di tutti i lavori.

E' posto l'assoluto divieto della cessione del contratto, sotto pena di nullità. E' pure vietata qualunque cessione di credito e qualunque procura che non siano riconosciute dalla stazione appaltante.

L'esecuzione delle opere o dei lavori affidati in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto.

Per le infrazioni di cui sopra, da considerarsi gravi inadempienze contrattuali, l'Amministrazione appaltante provvederà alla segnalazione all'autorità giudiziaria per l'applicazione delle pene previste, salvo la facoltà di chiedere la risoluzione del contratto.

Nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici

E' considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera o i noli a caldo alle due seguenti condizioni concorrenti:

- che l'importo di dette attività di subappalto sia superiore al 2% dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 Euro;
- che l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare in subappalto.

L'Appaltatore dovrà attenersi anche alle disposizioni contenute nell'art. 1 L. 23/10/60 n. 1369 in materia di divieto di intermediazione ed interposizione nelle prestazioni di lavoro e nuova disciplina dell'impiego di manodopera negli appalti. Pertanto è fatto divieto all'Appaltatore di affidare, in qualsiasi forma contrattuale o a cottimo, l'esecuzione di mere prestazioni di lavoro mediante impiego di manodopera assunta e retribuita dal cottimista, compreso il caso in cui quest'ultimo corrisponda un compenso all'Appaltatore per l'utilizzo di capitali, macchinari e attrezzature di questo.

Qualora l'appaltatore intenda avvalersi della fattispecie disciplinata dall'art. 30 del D.Lgs. 276/2003 definita "distacco della manodopera" lo stesso dovrà produrre all'Amministrazione apposita istanza corredata dal relativo contratto di distacco e dalla documentazione necessaria a comprovare in capo

al soggetto distaccante la regolarità contributiva e l'assenza di cause di esclusione dalle gare in modo analogo alla disciplina del subappalto.

Le lavorazioni oggetto di subappalto devono essere identificate ed esplicitate mediante un computo metrico dettagliato e confrontabile con i computi metrici di progetto o di variante, inoltre si deve indicare l'incidenza degli oneri della sicurezza in merito alle lavorazioni concesse in subappalto. Tale allegato si deve presentare in concomitanza del contratto di subappalto e deve esserne parte integrante dello stesso.

**I progettisti dell'appaltatore non possono subappaltare prestazioni o altri adempimenti** relativi alla progettazione esecutiva/alla revisione/al completamento della progettazione esecutiva se non nei limiti di cui all'articolo 91, comma 3, del Codice dei contratti; in caso di subappalto di prestazioni tecniche trovano applicazione le condizioni e le procedure di cui al presente articolo, per quanto compatibili.

#### **Art. 23 – Pagamento dei subappaltatori**

La Stazione appaltante provvede a corrispondere direttamente ai subappaltatori e ai cottimisti l'importo dei lavori eseguiti dagli stessi; l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla Stazione appaltante, tempestivamente e comunque entro 20 (venti) giorni dall'emissione di ciascun stato di avanzamento lavori, una comunicazione che indichi la parte dei lavori eseguiti dai subappaltatori o dai cottimisti, specificando i relativi importi e la proposta motivata di pagamento.

Ai sensi dell'articolo 118, comma 6, del Codice dei contratti, i pagamenti al subappaltatore, comunque effettuati, oppure all'appaltatore qualora questi abbia subappaltato parte dei lavori, sono subordinati

- a) all'acquisizione d'ufficio del DURC dell'appaltatore e del subappaltatore;
- b) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 3, commi 1 e 8, della legge n. 136 del 2010 in materia di tracciabilità dei pagamenti;
- c) alle limitazioni di cui all'articolo 4 del d.P.R. n. 207 del 2010 e all'articolo 5 del d.P.R. n. 207 del 2010.

Qualora l'appaltatore non provveda nei termini agli adempimenti di cui ai commi 1 e 2, la Stazione appaltante può imporgli di adempiere alla trasmissione entro 10 (dieci) giorni, con diffida scritta e, in caso di ulteriore inadempimento, sospendere l'erogazione delle rate di acconto o di saldo fino a che l'appaltatore non provveda.

La documentazione contabile deve dare atto separatamente degli eventuali oneri per la sicurezza da liquidare al subappaltatore.

#### **Art. 24 - Requisiti di sicurezza del cantiere**

Prima della consegna dei lavori, l'Appaltatore redige e consegna alla stazione appaltante:

1) eventuali proposte integrative del piano di sicurezza e di coordinamento redatto ai sensi delle disposizioni previste nel D.L.vo 81/08;

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

L'Impresa appaltatrice è obbligata, altresì, a prevedere l'osservanza delle norme sugli ambienti di lavoro e delle disposizioni dei contratti collettivi nazionali di lavoro sulla stessa materia e a dare,



inoltre, informazione ai lavoratori ed alle loro rappresentanze sindacali in merito ai rischi di infortunio e di malattie professionali che la realizzazione dell'opera presenta nelle diverse fasi.

In caso di inosservanza degli obblighi sopradetti l'Amministrazione appaltante, oltre ad informare gli organi competenti e fatte salve le responsabilità di carattere penale, procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto se i lavori sono in corso di esecuzione o alla sospensione di pagamenti a saldo se i lavori sono ultimati, la procedura verrà applicata nei confronti dell'appaltatore anche quando vengano accertate le stesse inosservanze degli obblighi sopra detti da parte delle ditte subappaltatrici.

Sulle somme detratte non saranno corrisposti interessi per qualsiasi titolo.

Tanto l'Impresa appaltatrice quanto l'Appaltatore incorrono nelle responsabilità previste a loro carico dal D. L.vo. n. 81/08 in materia di misure di sicurezza antinfortunistica dei lavoratori in caso di violazione delle stesse.

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

A pena di nullità del contratto di appalto, il piano di sicurezza e di coordinamento ed il piano operativo di sicurezza del cantiere saranno allegati e formano parte integrante del contratto stesso.

Ai sensi dell'art. 131, comma 3 del Dlgs n. 163/06, le gravi o ripetute violazioni dei piani suddetti da parte dell'Appaltatore, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiranno causa di risoluzione del contratto.

Il Direttore di cantiere e il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, vigilano sull'osservanza dei piani di sicurezza.

L'Amministrazione appaltante dovrà attenersi alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili riportate nel D.L.vo 81/08. Pertanto i soggetti come il Committente (Dirigente del settore), Responsabile dei lavori (Responsabile del procedimento), Coordinatore per la progettazione, Coordinatore per l'esecuzione, i lavoratori autonomi che esercitano la propria attività nel cantiere, l'Impresa appaltatrice (ovvero il Datore di lavoro) e i rappresentanti per la sicurezza si dovranno riferire agli obblighi e alle prescrizioni contenute dallo stesso D.L.vo 81/08.

L'Amministrazione appaltante tramite il Responsabile dei lavori dovrà trasmettere all'organo di vigilanza territoriale competente, prima dell'inizio dei lavori, la notifica conforme all'art.99 del D.L.vo 81/08, e una sua copia deve essere affissa in maniera visibile presso il cantiere e custodita a disposizione dell'organo di vigilanza territorialmente competente.

L'Impresa che si aggiudica i lavori, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, può presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte di modificazioni o integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento, ove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza sia per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Impresa, sia per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano stesso. Le eventuali modifiche o integrazioni possono giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti in sede di gara.

Qualora l'accoglimento delle eventuali modificazioni e integrazioni a seguito di gravi errori ed omissioni, comporti significativi maggiori oneri a carico dell'impresa, e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti. Il presente comma non trova applicazione laddove le proposte dell'Appaltatore sono intese ad integrare il piano ai sensi della lettera a) comma 2 dell'art. 131 del D. Lgs. 163/2006.

I relativi oneri, calcolati tenendo conto dell'esigenza di cantiere per l'applicazione delle misure di sicurezza è determinato in Euro **72.745,00** e non sono soggetti a ribasso d'asta.

#### **Art. 25 - Direttore tecnico di cantiere**

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

Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere il cambiamento o il licenziamento degli agenti, dei capi cantiere e degli operai dell'Appaltatore per insubordinazione, per incapacità o per grave negligenza. L'impresa deve garantire la copertura del ruolo di Direttore tecnico di cantiere per tutta la durata dei lavori e l'eventuale sostituzione di questa figura dovrà essere comunicata tempestivamente con lettera raccomandata alla stazione appaltante; in caso di mancata sostituzione i lavori sono sospesi ma il periodo di sospensione non modifica il termine di ultimazione dei lavori stessi.

#### **Art. 26 - Direttore dei lavori**

Il Direttore dei lavori, ove provveda alla consegna dei lavori, è tenuto ad acquisire, prima che i lavori abbiano inizio, copia della documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la cassa edile, assicurativi e antinfortunistici.

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

Il Direttore dei lavori, infine, ha l'obbligo di procedere, in sede di emissione dei certificati di pagamento, all'acquisizione delle certificazioni attestanti l'avvenuto versamento dei contributi previdenziali ed associativi rilasciate dagli enti previdenziali, nonché di quelle rilasciate dagli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva..

### **CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI A CORPO**

#### **Art. 27 – Criteri contabili per la liquidazione dei lavori**

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro a corpo, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

La lista delle voci e delle quantità relative ai lavori a corpo ha validità ai soli fini della determinazione del prezzo complessivo in base al quale effettuare l'aggiudicazione, in quanto l'appaltatore era tenuto, in sede di partecipazione alla gara, a verificare le voci e le quantità richieste per l'esecuzione completa dei lavori progettati, ai fini della formulazione della propria offerta e del conseguente corrispettivo.

### **LIQUIDAZIONE DEI CORRISPETTIVI**

**Art. 28 - Anticipazioni – Pagamento del corrispettivo per il progetto definitivo ed esecutivo - Pagamenti in acconto - Pagamenti a saldo - Ritardi nei pagamenti – Conto finale**

L'Amministrazione appaltante concederà, ai sensi dell'art. 26-ter della Legge 9/8/2013 n. 98 "Decreto del fare" (conversione, con modificazioni, del D.L. 21/6/2013 n. 69) in favore dell'appaltatore un'anticipazione pari al 10 per cento dell'importo contrattuale così come prevista e pubblicizzata nella gara d'appalto.

Inoltre si applicano gli articoli 124, commi 1 e 2, e 140, commi 2 e 3, del Regolamento di cui al D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207.

Il recupero dell'anticipazione del prezzo verrà eseguito progressivamente con trattenute in percentuale dell'importo di ciascun acconto, tenendo presente che nell'ultimo stato di avanzamento si dovrà recuperare l'intero importo dell'anticipazione.

Ai sensi dell'articolo 169, comma 5, del regolamento approvato con D.P.R. 207/10, la Stazione appaltante provvede al pagamento del corrispettivo contrattuale per la progettazione definitiva e ad un acconto pari al 70% della progettazione esecutiva entro **30 (trenta) giorni naturali e consecutivi** dalla consegna dei lavori di cui all'articolo 12 del presente disciplinare.

I pagamenti di cui sopra, anche dopo la loro erogazione, restano subordinati al mancato verificarsi di errori od omissioni progettuali.

Il saldo della progettazione esecutiva verrà effettuato all'ultimazione dei lavori.

Il pagamento del corrispettivo per la progettazione esecutiva è effettuato a favore dell'appaltatore sia nel caso che la progettazione esecutiva sia stata eseguita da progettisti dipendenti dell'appaltatore o facenti parte del suo staff tecnico ai sensi dell'articolo 79, comma 7, del D.P.R. n. 207/10, sia che la progettazione sia stata eseguita da progettisti non dipendenti dell'appaltatore, comunque non facenti parte del suo staff tecnico, ma indicati o associati temporaneamente ai fini dell'esecuzione del contratto.

Sul corrispettivo della progettazione esecutiva non è prevista alcuna ritenuta di garanzia.

Il pagamento in acconto sarà effettuato ogni qualvolta l'Impresa appaltatrice abbia eseguito i lavori **a corpo per un importo complessivo di Euro 300.000,00**, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della relativa quota degli oneri per la sicurezza e al netto delle ritenute per legge e al netto dell'importo delle rate di acconto precedenti.

La relativa quota degli oneri per la sicurezza verrà corrisposta con le seguente modalità:

- per gli "oneri diretti" per la sicurezza: **con il progressivo stato di esecuzione delle lavorazioni** e per la loro quantificazione si farà sempre in riferimento alla percentuale delle lavorazioni risultanti dalla contabilità dei lavori.

- per gli "oneri speciali" per la sicurezza: in una unica soluzione contestualmente alla redazione del conto finale, e per la loro quantificazione si farà sempre in riferimento ad un specifico computo degli oneri della sicurezza effettivamente utilizzati durante l'esecuzione dei lavori e previsti nella redazione del piano di sicurezza e coordinamento.

**Il corrispettivo di tutti i pagamenti in acconto non potrà superare l'80% dell'importo contrattuale; la parte rimanente sarà corrisposta con il pagamento della rata di saldo.**

A garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50 per cento (art.4, comma 3, D.P.R. 207/2010) da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.

La Direzione lavori e il Responsabile del procedimento hanno la facoltà di subordinare il rilascio del certificato di pagamento solo dopo l'esito positivo delle prove sulle lavorazioni eseguite o sui materiali posati.

Entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori la Stazione appaltante provvederà alla compilazione del conto finale corredato da tutti i documenti contabili prescritti ed alla loro presentazione all'Appaltatore. Il conto finale dovrà essere accettato dall'Impresa entro 15 (quindici) giorni, dalla

messa a disposizione da parte del Responsabile del procedimento, salvo la facoltà da parte della stessa di confermare le osservazioni presentate in precedenza entro lo stesso periodo (art. 201 D.P.R. 207/2010).

Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fidejussoria, deve essere effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera ai sensi dell'art. 1666 comma 2 del Codice Civile, secondo quanto disposto dall'Art. 141 comma 9 del D.Lgs. 163/2006.

I termini di pagamento degli acconti e del saldo sono quelli stabiliti dall'art. 143, commi 1 e 2, D.P.R. 207/2010 e l'impresa appaltatrice potrà agire nei termini e modi definiti dall'art.133, comma 1, del D.Lgs. 163/2006 e ai sensi dell'art. 144 del D.P.R. 207/2010.

*Il finanziamento dell'intero importo delle lavorazioni è a carico della Regione Marche come da relativo Decreto del Commissario Delegato maltempo Novembre-dicembre 2013 n. 6/CDM13 del 7.8.2014. Regione Marche al fine del finanziamento come da relativo,*

Ai sensi dell'articolo 35, comma 32, della legge 4 agosto 2006, n. 248, l'emissione di ogni certificato di pagamento è subordinata all'acquisizione del DURC (di tutte le imprese presenti nel cantiere) e all'esibizione da parte dell'appaltatore e subappaltatori della documentazione attestante che la corretta esecuzione degli adempimenti relativi al versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente, dei contributi previdenziali e dei contributi assicurativi obbligatori per gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali dei dipendenti.

In sede di emissione dei certificati di pagamento, il Direttore dei lavori può procedere all'acquisizione delle certificazioni attestanti l'avvenuto versamento dei contributi previdenziali ed associativi rilasciate dagli enti previdenziali, nonché di quelle rilasciate dagli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, fermi restando i tempi previsti dal presente Disciplinare Speciale Prestazionale. Le certificazioni si dovranno richiedere sia per conto della ditta appaltatrice che per la/e ditta/e subappaltatrice/i.

Soltanto dopo l'avvenuto adempimento delle suddette procedure, la stazione appaltante provvederà alla emissione di certificati di pagamento degli stati di avanzamento dei lavori e alla liquidazione dello stato finale, dove in questo ultimo caso c'è l'obbligo di procedere all'acquisizione delle certificazioni suddette.

Le eventuali inadempienze saranno segnalate agli organismi istituzionali preposti alla tutela dei lavoratori.

In caso di inosservanza degli obblighi sopradetti l'Amministrazione appaltante, oltre ad informare gli organi competenti e fatte salve le responsabilità di carattere penale, procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto se i lavori sono in corso di esecuzione o alla sospensione di pagamenti a saldo se i lavori sono ultimati, la procedura verrà applicata nei confronti dell'appaltatore anche quando vengano accertate le stesse inosservanze degli obblighi sopra detti da parte delle ditte subappaltatrici.

Sulle somme detratte non saranno corrisposti interessi per qualsiasi titolo.

#### **Art. 29 - Prezzi unitari – Revisione prezzi**

Nei prezzi unitari del concorrente aggiudicatario si intendono comprese e compensate tutte le spese sia generali che particolari, sia provvisorie che definitive nessuna esclusa od eccettuata che l'assuntore debba incontrare per la perfetta esecuzione del lavoro e per il suo completamento secondo il progetto approvato e le disposizioni della Direzione dei Lavori compresi quindi ogni consumo, l'intera mano d'opera, ogni trasporto, ogni fornitura, lavorazione e magistero.

Ai sensi dell'art.133 comma 2 del D.Lgs. 163/2006 non è ammesso procedere alla revisione dei prezzi, e non si applica il primo comma dell'art. 1664 del Codice Civile, fatto salvo quanto espressamente previsto, per i prezzi dei singoli materiali, dall'art. 133, commi 4, 5, 6 e 7 del D.Lgs.

163/2006 , nel caso in cui gli stessi subiscano variazioni in aumento o diminuzione superiori al 10% rispetto al prezzo rilevato dal Ministero competente nell'anno di presentazione dell'offerta.

Qualora, per cause non imputabili all'appaltatore, la durata dei lavori si protragga fino a superare i due anni dal loro inizio, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso d'inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2%, all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi.

Per i lavori di durata superiore ai due anni, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso d'inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2%, all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi.

Tale percentuale è fissata, con decreto del Ministero dei LL.PP. da emanare entro il 30 giugno di ogni anno, nella misura eccedente la predetta percentuale del 2% .

#### **Art. 30 - Variazione delle opere progettate**

Gli elaborati di progetto devono ritenersi documenti atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle opere oggetto dell'appalto.

La stazione appaltante, tramite il Direttore dei lavori potrà introdurre delle varianti in corso d'opera al progetto senza che perciò l'Impresa appaltatrice possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno, con l'osservanza e entro i limiti stabiliti dall'art. 132 del D.Lgs. 163/2006 e dagli art. 43 comma 8, e 161, 162 e 174 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici.

L'Appaltatore non può per nessun motivo introdurre di sua iniziativa variazioni o addizioni ai lavori assunti in confronto alle previsioni contrattuali se non è stato autorizzato per iscritto dalla direzione dei lavori. Pertanto le varianti adottate arbitrariamente dall'impresa esecutrice dei lavori non saranno ricompensate da parte della stazione appaltante.

Il Direttore dei lavori potrà disporre interventi i quali non rappresentino varianti e non saranno quindi sottoponibili alla relativa disciplina, volti a risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro e al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro dell'appalto, come individuate nella tabella «B» allegata al capitolato speciale e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera.

Saranno, inoltre ammesse, nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione appaltante, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempreché non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.

Qualunque reclamo o riserva che l'appaltatore si credesse in diritto di opporre, deve essere presentato per iscritto alla direzione lavori prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.

#### **Art. 31 – Varianti per errori od omissioni progettuali**

L'appaltatore risponde della necessità di introdurre varianti in corso d'opera a causa errori o omissioni progettuali imputabili all'appaltatore stesso e, ai sensi dell'art. 161 comma 8 del DPR

207/10, sono a suo totale carico l'onere della nuova progettazione, le maggiori spese, le penali per mancato rispetto dei termini contrattuali e gli eventuali ulteriori danni subiti dalla Stazione Appaltante.

Qualora, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo/della revisione/del completamento del progetto esecutivo, si rendessero necessarie varianti che possono pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedano il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto con indizione di una nuova gara alla quale non può partecipare l'appaltatore originario ai sensi dell'articolo 38, comma 1, lettera f), del Codice dei contratti.

Nel caso di cui al precedente paragrafo la risoluzione del contratto comporta il pagamento dei soli lavori eseguiti riconosciuti utili dalla Stazione appaltante in sede di accertamento mediante redazione dello stato di consistenza in contraddittorio tra le parti e verbale di collaudo parziale relativo alla parte di lavoro utilmente eseguita. Nello stesso caso è portato a debito dell'appaltatore l'importo della progettazione esecutiva inutile già corrisposto.

Qualora gli errori o le omissioni nella progettazione esecutiva/nella revisione/nel completamento della progettazione esecutiva siano di lieve entità, la Stazione appaltante, prima di procedere alla risoluzione del contratto, può chiedere all'appaltatore di provvedere a propria cura e spese alla nuova progettazione indicandone i termini perentori.

#### **Art. 32 - Lavori non previsti – Nuovi prezzi**

In tutti i casi in cui nel corso dei lavori vi fosse necessità di eseguire varianti che contemplino opere non previste nell'elenco *prezzi* si procederà alla determinazione dei nuovi prezzi, con apposito verbale di concordamento, secondo le regole stabilite dall'articolo 163 del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici, prima dell'esecuzione di tali opere, ovvero in ordine:

- dal prezzario vigente della Regione Marche;
- a comparazione di lavorazioni consimili comprese nei prezzari di cui sopra;
- ad analisi dei prezzi totali o parziali.

Tali nuovi prezzi non potranno essere applicati in contabilità prima della loro superiore approvazione.

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

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

## **CONTROLLI**

#### **Art. 33 – Controlli – Prove e verifiche dei lavori**

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

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

La Direzione dei Lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute; ove l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i

maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento. Sempre nel caso in cui l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio le misurazioni delle opere compiute, per la Direzione lavori sono sufficienti due testimoni per l'accertamento delle lavorazioni compiute da inserire nelle contabilità dell'appalto.

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

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

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

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

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

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

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

#### **Art. 34 – Ultimazione dei lavori – Gratuita manutenzione – Presa in consegna dei lavori ultimati**

Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice il direttore dei lavori redige, entro 10 giorni dalla richiesta, il *certificato di ultimazione*.

Comunque, alla data di scadenza prevista dal contratto di appalto, il Direttore dei Lavori redige, in contraddittorio con l'esecutore, *un verbale di constatazione* dello stato dei lavori.

Entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori il direttore dei lavori procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.

In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dal direttore dei lavori, fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'apposito articolo del presente capitolato, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.

L'ente appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario se questo ha avuto esito positivo, oppure nel termine assegnato dalla direzione lavori ai sensi dei commi precedenti.

Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del collaudo o del certificato di regolare esecuzione da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal capitolato speciale.

La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.

Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.

Egli può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.

La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo del direttore dei lavori o per mezzo del R.U.P., in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.

Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente capitolato.

## SPECIFICHE MODALITA' E TERMINI DI COLLAUDO

### **Art. 35 - Collaudi e indagini ispettive**

La collaudazione delle opere verrà eseguita mediante certificato di collaudo e le operazioni di collaudo devono essere concluse entro sei mesi dalla data di ultimazione lavori (art.141 del Dlg n. 163/06).

Il certificato di collaudo ha carattere provvisorio ed assume carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo: decorso tale termine il collaudo si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro ulteriori due mesi (art. 141 del Dlg n. 163/06).

Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione del collaudo finale da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal capitolato speciale.

Nel caso in cui siano disposte indagini ispettive, l'Appaltatore o un suo rappresentante ed il delegato di cantiere dovranno presenziare alle indagini mettendo a disposizione il cantiere, nonché le attrezzature, gli strumenti e il personale necessario per l'esecuzione di verifiche, saggi e prove; rientra fra gli oneri dell'Appaltatore il ripristino delle opere assoggettate a prove o a saggi, compreso quanto necessario al collaudo statico.

Ai sensi dell'art. 251 comma 2 del DPR 207/10 l'organo di collaudo comprende anche un restauratore con esperienza almeno quinquennale in possesso di specifiche competenze coerenti con l'intervento.

Salvo quanto disposto dall'art.1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità e vizi dell'opera ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante, prima che il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.

L'Amministrazione Appaltante si riserva di nominare l'organo di collaudo anche all'inizio dei lavori, o in corso d'opera (art. 141 del Dlg n. 163/06)

## MODALITA' DI SOLUZIONE DELLE CONTROVERSIE

### **Art. 36 - Danni di forza maggiore**

L'Appaltatore deve approntare tutte le provvidenze, le misure e opere provvisionali atte ad evitare il verificarsi di danni alle opere, alle persone e alle cose (art. 165 DP.R. 207/2010).

Gli eventuali danni alle opere per causa di forza maggiore dovranno essere denunciati dall'esecutore al Direttore dei Lavori, immediatamente e in ogni caso, sotto pena di decadenza, entro 5 (cinque) giorni dalla data dell'evento, in modo che si possa procedere alle constatazioni opportune.



I danni saranno accertati in contraddittorio dal Direttore dei lavori che redigerà apposito verbale, secondo i termini dell'art. 166, comma 4, del D.P.R. 207/2010; l'Appaltatore non potrà sospendere o rallentare i lavori, rimanendo inalterata la sola zona del danno e fino all'accertamento di cui sopra. Il compenso per la riparazione dei danni sarà limitato all'importo dei lavori necessari, contabilizzati ai prezzi, e condizioni di contratto, con esclusione di danni o perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, ponteggi e attrezzature dell'Appaltatore.

Nessun compenso sarà dovuto qualora a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'esecutore o delle persone di cui esso è tenuto a rispondere..

Non saranno considerati danni di forza maggiore gli scoscendimenti di terreno, le sellature, l'interramento delle cunette e l'allagamento dei cavi di fondazione.

La cattiva esecuzione dei lavori e conseguenti rifacimenti potrà comportare l'esclusione della Ditta appaltatrice dai futuri appalti che l'Amministrazione indirà.

#### **Art. 37 - Definizione delle controversie**

In osservanza della disposizione di cui all'art. 240 del D.Lgs. 163/2006, qualora, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dell'opera possa variare in misura sostanziale e, in ogni caso, non inferiore al 10% dell'importo contrattuale, il Responsabile del procedimento acquisisce immediatamente la relazione riservata del Direttore dei lavori e, ove costituito, dell'organo di collaudo e, sentito l'affidatario, formula all'Amministrazione, entro 90 giorni dall'apposizione dell'ultima delle riserve di cui sopra, proposta motivata di accordo bonario. L'Amministrazione, entro 60 giorni dalla proposta suddetta, delibera in merito con provvedimento motivato. Il verbale di accordo bonario, redatto dal Responsabile del Procedimento, è sottoscritto dalle parti.

È esclusa la clausola arbitrale. Per la definizione delle controversie è, pertanto, competente il giudice del luogo ove il contratto è stato stipulato.

Nelle more della risoluzione delle controversie l'Appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla stazione appaltante.

#### **Art. 38 – Scioglimento del contratto – Esecuzione d'ufficio dei lavori - Fusioni e Conferimenti**

L'Amministrazione appaltante intende avvalersi della facoltà di sciogliere unilateralmente il contratto in qualunque tempo e per qualunque motivo ai sensi delle disposizioni presenti nell'art. 1671 c.c., artt. 132 comma 4, 134, 135 e 136 del Dlg n. 163/06.

*L'eventuale ritardo dell'appaltatore rispetto ai termini per la presentazione del progetto esecutivo, produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 136 del Codice dei contratti, per grave inadempimento dell'appaltatore, senza necessità di messa in mora, diffida o altro adempimento.*

Inoltre la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante semplice lettera raccomandata con messa in mora di 15 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, nei seguenti casi:

- a) frode nell'esecuzione dei lavori;
- b) inadempimento alle disposizioni del direttore dei lavori riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti;
- c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;
- d) inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;
- e) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'appaltatore senza giustificato motivo;

- f) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;
- g) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;
- h) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
- i) nel caso di mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al decreto legislativo n. 81 del 2008, o ai piani di sicurezza di cui agli articoli del presente capitolato, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dal coordinatore per la sicurezza.

Il contratto potrà essere risolto qualora, per il manifestarsi di **errori o di omissioni del progetto** esecutivo/della revisione/del completamento del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, come definiti dall'articolo 132, comma 6, del Codice dei contratti, si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 3, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti e riconosciuti utili e in conformità ad una corretta progettazione, al netto dei lavori non recuperabili, non utili, oggetto di rifacimento in sede di rimedio all'errore progettuale, nonché al netto degli oneri necessari alla rimozione delle opere oggetto dell'errore di progettazione.

Il contratto è altresì risolto in caso di perdita da parte dell'appaltatore, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione.

Nei casi di rescissione del contratto o di esecuzione d'ufficio, la comunicazione della decisione assunta dalla Stazione appaltante è fatta all'appaltatore nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento, con la contestuale indicazione della data alla quale avrà luogo l'accertamento dello stato di consistenza dei lavori.

In relazione a quanto sopra, alla data comunicata dalla Stazione appaltante si fa luogo, in contraddittorio fra il direttore dei lavori e l'appaltatore o suo rappresentante ovvero, in mancanza di questi, alla presenza di due testimoni, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori, all'inventario dei materiali, delle attrezzature e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere, nonché, nel caso di esecuzione d'ufficio, all'accertamento di quali di tali materiali, attrezzature e mezzi d'opera debbano essere mantenuti a disposizione della Stazione appaltante per l'eventuale riutilizzo e alla determinazione del relativo costo.

Nei casi di rescissione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'appaltatore, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della Stazione appaltante, nel seguente modo:

- a) ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;
- b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:
  - 1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;
  - 2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
  - 3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di

ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.

La cessione di azienda e gli atti di trasformazione, fusione e scissione relativi all'Impresa esecutrice dei lavori, non produrranno singolarmente effetto nei confronti dell'Amministrazione aggiudicatrice fino a che il cessionario, ovvero il soggetto risultante dall'avvenuta trasformazione, fusione o scissione, non abbia proceduto nei confronti di essa alle comunicazioni previste dall'art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 11 maggio 1991 n. 187 e non abbia documentato il possesso dei requisiti di cui all'art. 40 del D Lgs n. 163/06.

Nei sessanta giorni successivi l'Amministrazione potrà opporsi al subentro del nuovo soggetto nella titolarità del contratto, con effetti risolutivi sulla situazione in essere, laddove, in relazione alle comunicazioni di cui sopra, non risultino sussistere i requisiti di cui all'art. 10-sexies della legge 31 maggio 1965 n. 575, e successive modificazioni.

Le disposizioni del presente articolo si applicheranno anche nei casi di trasferimento o di affitto di aziende.

### **Art. 39 - Osservanza delle leggi**

Per quanto non previsto e comunque non espressamente specificato dal presente Capitolato Speciale e dal contratto si farà altresì applicazione delle seguenti leggi, regolamenti e norme che si intendono qui integralmente richiamate, conosciute ed accettate dall'Appaltatore, salvo diversa disposizione del presente Capitolato:

- delle vigenti disposizioni di leggi , decreti e circolari ministeriali in materia di appalto di OO.PP.- Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE D.Leg.vo 12 aprile 2006 n. 163;
- di tutte le disposizioni normative e retributive risultanti dai contratti collettivi di lavoro;
- delle leggi in materia di prevenzione e di lotta contro la delinquenza mafiosa;
- Legge sulle opere pubbliche del 20/3/1865 n.2248 allegato F (per quanto applicabile);
- Regolamento generale sui lavori pubblici approvato con D.P.R. del 05 ottobre 2010 n. 207 (per quanto applicabile);
- Il Capitolato Generale di Appalto approvato con D.M. ll.pp. del 19 aprile 2000 n. 145;
- Codice Civile – libro IV, titolo III, capo VII «dell'appalto», artt. 1655-1677;
- Leggi, decreti, regolamenti e le circolari vigenti nella Regione e nella Provincia nel quale devono essere eseguite le opere oggetto dell'appalto;
- Le norme tecniche del C.N.R., le norme U.N.I., le norme C.E.I. e tutte le norme modificative e/o sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso della esecuzione dei lavori.
- D.Legs.9 aprile 2008 n. 81 “Attuazione dell’art. 1 della L. 123/07 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”

**PRESCRIZIONI TECNICHE**  
***( articolo 43, comma 3, lettera b) DPR 05/10/2010 n. 207)***

## CAPO I - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI –

- ART. 1 Descrizione sommaria dell' intervento
- ART. 2 Condizioni generali d'accettazione – Prove di controllo –
- Art. 3 Qualita' e provenienza dei materiali per la formazione del corpo stradale –
  - 3.1) materiali sciolti naturali
  - 3.2) materiali per stabilizzazione a calce o a cemento delle terre
  - 3.3) misto granulare per strato di base e di fondazione
  - 3.4) Conglomerato bituminoso a caldo tradizionale
  - 3.5) Calcestruzzo normale e armato ( D.M. Infrastrutture14/01/2008 - Capitolo 11)
  - 3.6) Misto stabilizzato a cemento
  - 3.7) Conglomerato bituminoso per manti di usura speciali (fonoassorbente)
  - 3.8) Acciaio ( D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni )
- Art. 4 Qualificazione dei materiali –
- Art. 5 Campo prove per l' impiego di materiali sciolti
- Art. 6 Cave di prestito
- Art. 7 Depositi temporanei
- Art. 8 Tracciamenti

## CAPO II – NORME PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI –

- Art. 9 Movimenti di terra
- Art. 9.1 ) Definizioni e classificazioni
- Art. 9.2 ) Scotico
- Art. 9.3 ) Norme generali per gli scavi
- Art. 9.4 ) Scavi di sbancamento
- Art. 9.5 ) Scavi di fondazione
- Art. 9.6 ) Riporti e/o bonifiche
- Art. 9.7 ) Piano d' appoggio dei rilevati
- Art. 9.8 ) Rilevati in terra naturale
- Art. 9.9 ) Riempimenti
- Art. 9.10 ) Stabilizzazione delle terre con calce o con calce / cemento
- Art. 9.11 ) Utilizzazione in rilevato
- Art. 9.12 ) Utilizzazione in strati di sottofondo in trincea
- Art. 9.13 ) Controlli in corso d'opera
- Art. 9.14 ) Controlli Finali
- Art. 9.15 ) Controlli
- Art. 10 Demolizioni
- Art. 10.1 ) Demolizioni Murature e fabbricati
- Art. 10.2 ) Demolizione di pavimentazione o massciata stradale in conglomerato bituminoso
- Art. 11 Calcestruzzi
- Art. 11.1 Classificazione dei conglomerati cementizi
- Art. 11.1.1 ) composizione delle miscele
- Art. 11.2 Accettazione delle miscele
- Art. 11.3 Confezionamento e trasporto delle miscele
- Art. 11.3.1 ) Confezionamento delle miscele 113
- Art. 11.3.2 ) Trasporto delle miscele
- Art. 11.4 Additivi e disarmanti
- Art. 11.5 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi
- Art. 11.6 Controlli in corso d'opera
- Art. 11.7 Controllo della lavorabilita' in corso d' opera
- Art. 11.8 Controllo del rapporto acqua/cemento
- Art. 11.9 Controllo dell' omogeneità del conglomerato cementizio
- Art. 11.10 Controllo del contenuto d' aria
- Art. 11.11 Posa in opera delle miscele
- Art. 11.12 Stagionatura e protezione del calcestruzzo
- Art. 11.13 Prevenzione delle fessure dal ritiro plastico
- Art. 11.14 Posa in opera in climi freddi o caldi 122

Art. 11.15	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari –	
Art. 11.16	Riprese di getto	
Art. 11.17	Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cem.	
Art. 11.18	Posa di armatura metallica	
Art. 11.19	Disarmo	
Art. 11.20	Controllo e penalità	
Art. 12	Casseformi	
Art. 13	Acciaio per c.a.	
Art. 13.1	Acciaio per c.a.	
Art. 13.2	Controlli in cantiere	
Art. 13.3	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	
Art. 14	Pali	
Art. 14.1	Preparazione del piano di lavoro	
Art. 14.2	Soggezioni geotecniche e ambientali	
Art. 14.3	Prove tecnologiche preliminari	
Art. 14.4	Materiali	
Art. 14.5	Pali trivellati	
Art. 14.6	Tolleranze geometriche	
Art. 14.7	Tracciamento	
Art. 14.9	Prove su pali di grande diametro	
Art. 14.10	Prove di carico su pali strumentali	
Art. 14.11	Prove non distruttive	
Art.14.12	Specifica di controllo	149
Art. 14.12.1 )	Generalità	
Art. 14.12.2 )	Pali trivellati	
Art. 15	Ponti e viadotti	151
Art. 15.1	Ponti e viadotti	
Art. 15.1.1 )	Prescrizioni ed oneri generali	
Art. 15.1.2 )	Prescrizioni tecniche particolari	
Art. 15.1.3 )	Saldatura	
Art. 15.1.4 )	Bullonatura	
Art. 15.1.5 )	Montaggio	
Art. 15.2	Impermeabilizzazione	
Art. 15.3	Apparecchi d'appoggio	
Art. 15.4	Ritegni antisismici	
Art. 15.5	Ammortizzatori antisismici	
Art. 15.6	Giunti di dilatazione	
Art. 15.7	Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte –	
Art. 15.8	Specifiche di controllo	
Art. 15.8.1 )	Disposizioni generali	
Art. 15.8.2 )	Spalle, pile, impalcati	
Art. 15.8.3 )	Impalcati e opere accessorie e complementari in acciaio	
Art. 15.9 )	Controlli in fase di assemblaggio e posa in opera	
Art. 15.10	Predalles	
Art. 16	Fondazioni e Pavimentazioni	
Art. 16.1	Strati di fondazione in misto stabilizzato a cemento	
16.1.1	Campo prova	
Art. 16.1.2	Piano particolareggiato delle lavorazioni	
Art. 16.1.3)	Requisiti delle miscele provenienti da cave di prestito	
Art. 16.1.4)	Accettazione della miscela proveniente da cave di prestito	
Art. 16.1.5 )	Requisiti delle miscele con materiali recuperati dal cantiere	
Art. 16.1.6 )	Accettazione della miscela	
Art. 16.1.7 )	Leganti	
Art. 16.1.8 )	Preparazione delle superficie di stesa	
Art. 16.1.9 )	Posa in opera della miscela	
Art. 16.1.10 )	Protezione superficiale dello strato finito	

Art.16.1.11) Controlli  
Art. 16.1.12 ) Materiali costituenti  
Art. 16.1.13 ) Prelievo della quantità di cemento sparso  
Art. 16.1.14 Controllo sugli strati finiti  
Art. 16.1.15 ) Penalità  
Art. 16.2 Formazione di strati in conglomerato bituminoso a caldo tradizionale  
Art. 16.2.1) conglomerato bituminoso per strati di usura  
Art. 16.2.2 ) conglomerato bituminoso tipo binder  
Art. 16.2.3 ) conglomerato bituminoso per strato di base  
Art. 16.2.4 Tappetino fonoassorbente  
Art. 16.3 Demolizioni di pavimentazioni esistenti  
Art. 16.4 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso  
Art. 17 Barriere di sicurezza  
Art. 17.1 Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio  
Art. 18 Manufatti in lamiera d'acciaio  
Art. 18.1 Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata –  
Art. 18.2 Montaggio dei manufatti  
Art. 18.3 Costipamento laterale e riempimento  
Art. 18.4 Controlli  
Art. 19 Micropali  
Normative di riferimento  
Perforazioni  
Specifiche di controllo  
Art. 20 – Difesa idraulica del corpo stradale  
Massi di roccia  
Materassi in pietrame  
Soglie di fondo  
Art. 21 Murature  
Murature  
Murature in mattoni  
Murature di pietrame e malta  
Malte  
Art. 22 Manodopera, noli, trasporti

244

## **CAPO I - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI –**

### ***ART. 1 Descrizione sommaria dell' intervento***

I lavori consistono nel rifacimento del ponte sul fiume Aso in località Monterubbiano tra le province di Ascoli Piceno e Fermo.

### ***ART. 2 Condizioni generali d'accettazione – Prove di controllo –***

I materiali da impiegare per i lavori di cui all'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nel successivo articolo; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

Si precisa che le indicazioni normative riportate nelle presenti norme si intendono sempre riferentesi alla versione più recente delle stesse, comprensiva di eventuali atti di modificazione, integrazione e/o sostituzione.

I materiali proverranno da località o fabbriche che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione Lavori; l'accettazione dei materiali non è comunque definitiva se non dopo che siano stati posti in opera e l'opera sia stata collaudata.

Quando la Direzione Lavori abbia rifiutata una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dello stesso Appaltatore.

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

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, anche se non incluse nelle presenti Norme, purché facenti riferimento ad una normativa in uso, sottostando a tutte le spese necessarie per il prelievo, la formazione e l'invio dei campioni ai Laboratori indicati dalla Direzione Lavori; fatte salve diverse prescrizioni contenute negli articoli specifici delle Norme, il costo diretto delle prove di laboratorio verrà invece sostenuto in parti uguali tra Stazione Appaltante e Appaltatore.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio; degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso i laboratori ufficiali individuati negli elenchi elaborati in conformità alla vigente normativa indicati univocamente dalla Stazione Appaltante.



### **Art. 3 Qualita' e provenienza dei materiali per la formazione del corpo stradale –**

Tutti i materiali dovranno rispondere ai requisiti di accettazione fissati da disposizioni di legge o da prescrizioni vigenti in materia, essere nuovi ed avere dimensioni, forma, peso, lavorazione e colore indicati dal direttore dei lavori.

Prima di dar corso alle somministrazioni l'appaltatore dovrà, fornire certificazioni relative alla qualità del materiale, segnalarne la provenienza e ottenere l'approvazione da parte del direttore dei lavori. Così come previsto dalla norma CE 89\106, " MARCATURA CE " la procedura per la valutazione della conformità, sarà quella indicata dalle norme armonizzate specifiche di ciascun prodotto.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutato qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Impresa 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'Impresa.

Nell'esecuzione dei lavori, l'appaltatore dovrà seguire le migliori tecniche in modo che le opere risultino a regola d'arte e impiegare maestranze adatte alle esigenze dei singoli lavori.

#### **3.1) materiali sciolti naturali**

I materiali sciolti naturali possono derivare dalla scomposizione di formazioni naturali di terreni o di rocce lapidee nelle zone in cui il progetto prevede lo sviluppo del solido stradale in trincea, ovvero dall'estrazione da cave di prestito. I materiali provenienti dagli scavi possono essere destinati alla costruzione di corpi stradali in rilevato, a bonifiche, a riempimenti ecc. ovvero, se quantitativamente eccedenti rispetto alle necessità o qualitativamente non affidabili, al deposito in apposite discariche.

Nei casi in cui i materiali impiegati non siano provenienti dagli scavi, ma da cave di prestito ove subiscano una lavorazione, dovranno essere qualificati nel rispetto della direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. In questo caso la fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242 (Sistema 4: autodichiarazione

del produttore).

Prima di impiegare i materiali provenienti dagli scavi o dalle cave di prestito, l'Impresa, per ogni zona di provenienza, deve procedere a qualificare le terre da impiegare attraverso una campagna di indagine corredata dei risultati di prove di laboratorio.

Il sistema adottato per la classificazione dei materiali sciolti (terre) fa riferimento al Sistema Unificato di classificazione delle terre (USCS) descritto dalla norma SN 670 008a .

Nella formazione dei rilevati con materie provenienti dagli scavi sarà data priorità d'impiego ai materiali sciolti dei gruppi GW, GP, GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP, quindi a quelli dei gruppi GC, SM, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC.

Per le terre appartenenti ai restanti gruppi si deve valutare se adoperarle mediante trattamento con calce, ovvero se portarle a rifiuto.

Nel caso di materiali provenienti da cave di prestito saranno accettati solo quelli appartenenti ai gruppi GW, GP, GM, GP-GM, GW-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP.

Quando l'umidità delle terre scavate è tale da non consentire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dalle presenti norme tecniche, l'Impresa è tenuta a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare in senso conveniente il contenuto d'acqua naturale e/o, a seconda dei casi, a migliorarle mediante stabilizzazione.

I materiali impiegati, qualunque sia il gruppo di appartenenza, devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo. Terre con contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 2% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

#### Classificazione dei materiali sciolti

Il Sistema Unificato di classificazione delle terre (USCS) è descritto dalla norma SN 670 008a si basa sulla valutazione delle seguenti caratteristiche intrinseche dei materiali:

- granulometria;
- limiti di consistenza;
- contenuto di sostanza organica.

L'analisi granulometrica delle terre sarà effettuata secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-4. Saranno impiegati setacci delle serie ISO 3310-1 e ISO 3310-2. Per la descrizione delle frazioni granulometriche si farà riferimento alla terminologia riportata in **Tabella A.1**.

Tabella A1				
Descrizione	Classe		Dimensioni	
			da (mm)	a (mm)
Terre Grosse	Blocchi		200	200
	Pietre		60	200
	Ghiaia (G)	Grossa	20	60
		Media	6	20
Fine		2	6	

	Sabbia (S)	Grossa	0.6	2
		Media	0.2	0.6
		Fine	0.06	0.2
<b>Terre Fini</b>	Limo (M)	Grossa	0.02	0.06
		Media	0.006	0.02
		Fine	0.002	0.006
	Argilla (C)		-	0.002

La forma della curva granulometrica sarà descritta dai 2 parametri:

— coefficiente di uniformità:  $C_U = D_{60} / D_{10}$

— coefficiente di curvatura:  $C_C = (D_{30})^2 / D_{60} \cdot D_{10}$

dove  $D_{60}$ ,  $D_{30}$ ,  $D_{10}$  sono i diametri corrispondenti ai passanti di 60%, 30% e 10%.

I limiti di consistenza (o di Atterberg) saranno determinati secondo la norma UNI CEN ISO/TS 17892-12.

Per la descrizione delle frazioni granulometriche fini si farà riferimento alla terminologia riportata nella Carta di Plasticità (**Figura A.1**)

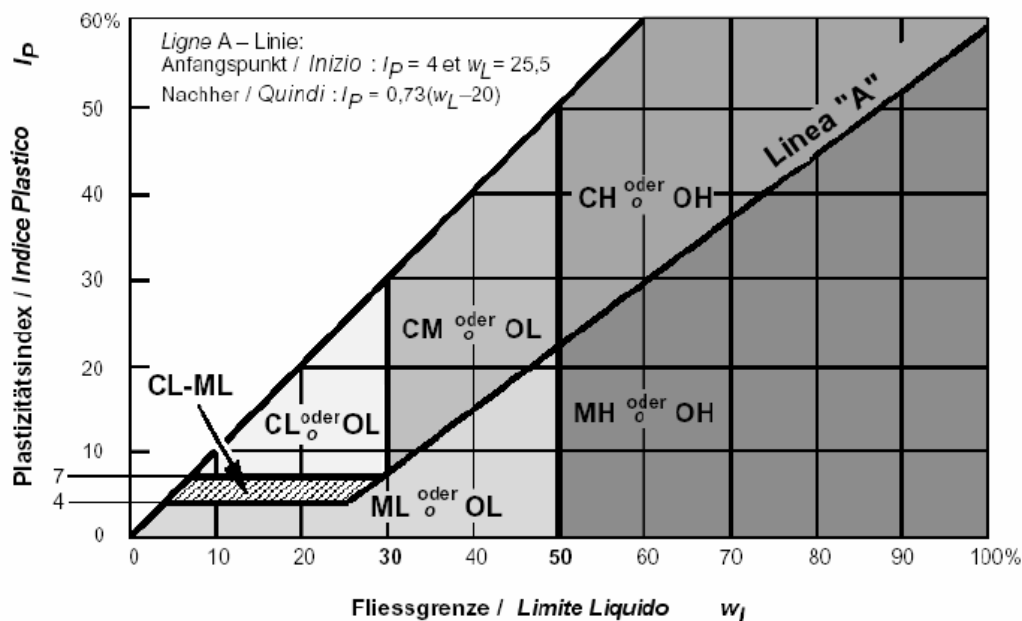


Figura A.1

Le terre organiche sono riconoscibili in base al loro colore ed al loro odore. Ai fini della presente classificazione una terra è definita come organica se il rapporto tra il limite liquido del materiale dopo essiccazione in stufa a 105°C e il limite liquido del materiale naturale è inferiore a 0,75.

### Terre grosse ( $P_{0,063} < 40\%$ )

Sono considerate terre a grana grossa i materiali con una frazione limoso-argillosa ( $P_{0,063}$ ) inferiore al 40%. Esse sono suddivise in ghiaie e sabbie secondo la frazione granulometrica prevalente.

Inoltre:

- se  $P_{0,063}$  è inferiore al 5% la classifica si effettua solo in base alla forma della curva granulometrica;
- se  $P_{0,063}$  è superiore al 12% la classifica si effettua solo in base alle caratteristiche della frazione fine (Carta di Plasticità).
- se  $P_{0,063}$  è compreso tra il 5% ed il 12% la classifica si effettua sia in base alle caratteristiche della frazione fine (Carta di Plasticità) che alla forma della curva granulometrica.

I criteri di classificazione delle terre grosse sono riassunti nella **Tabella A.2**.

### Terre a grana fine ( $P_{0,063} \geq 40\%$ )

Le terre a grana fine hanno una frazione limoso-argillosa ( $P_{0,063}$ ) superiore al 50% e sono classificate in

funzione della loro posizione sulla carta di plasticità.

<b>Tabella A.2</b>					
	$P_{0,063}$	Granulometria $C_U - C_C$	Plasticità	Gruppo	
<b>Terre Ghiaiose (G):</b>  % di ghiaia ( $\Phi > 2\text{mm}$ ) superiore alla % di sabbia ( $0,06 < \Phi < 2\text{mm}$ )	< 5%	$C_U > 4$ e $1 \leq C_C \leq 3$		GW	
		$C_U \leq 4$ o $C_C < 1$ o $C_C > 3$		GP	
	>12%			ML, MH	GM
				CL-ML	GM-GC
				CL, CM, CH	GC
	5% - 12%	$C_U > 4$ e $1 \leq C_C \leq 3$		ML, MH	GW-GM
				CL-ML, CL, CM, CH	GW-GC
		$C_U \leq 4$ o $C_C < 1$ o $C_C > 3$		ML, MH	GP-GM
				CL-ML, CL, CM, CH	GP-GC

<b>Terre Sabbiose (S):</b>  % di sabbia ( $0,06 < \Phi < 2\text{mm}$ ) superiore alla % di ghiaia ( $\Phi > 2\text{mm}$ )	< 5%	$C_U > 6$ e $1 \leq C_C \leq 4$		SW	
		$C_U \leq 6$ o $C_C < 1$ o $C_C > 4$		SP	
	>12%			ML, MH	SM
				CL-ML	SM-SC
				CL, CM, CH	SC
	5% - 12%	$C_U > 6$ e $1 \leq C_C \leq 3$		ML, MH	SW-SM
				CL-ML, CL, CM, CH	SW-SC
		$C_U \leq 6$ o $C_C < 1$ o $C_C > 3$		ML, MH	SP-SM
				CL-ML, CL, CM, CH	SP-SC

			Cl <sub>L</sub> , Cl <sub>H</sub>	
<b>Terre Fini Limi (M) e Argille (C)</b>	no	< 30	> 7 4 ≤ I <sub>p</sub> ≤ 7 < 4	CL CL-ML ML
	si			OL
<b>Organiche (O)</b>	no	30 ≤ W <sub>L</sub> ≤ 50	Sopra la Linea "A" Sotto la Linea "A"	CM ML
	si			OL
	no	> 50	Sopra la Linea "A" Sotto la Linea "A"	CH MH
	si			OH

### 3.2) materiali per stabilizzazione a calce o a cemento delle terre

Le terre da stabilizzare debbono avere le seguenti caratteristiche:

Granulometria: deve rientrare nel fuso di cui alla norma CNR 36/73; sono ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio delle miscele in laboratorio ed eventualmente in campo prova.

Indice di plasticità: l'indice di plasticità, determinato secondo la norma CNR-UNI 10014, deve risultare compreso tra 10 e 35. E' ammesso un valore minore della plasticità (ma in nessun caso inferiore a 5) a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio preliminare di laboratorio.

Contenuto di sostanze organiche: il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055), deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.

- Contenuto di solfati: il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e solfuri), determinato secondo la norma UNI 8520 parte 11, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%. In nessun caso possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1% .
- Determinazione del consumo iniziale di calce: il consumo immediato di calce, ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi, determinato secondo la norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1.5%.
- Contenuto di nitrati: il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1%
- Valore di blu di metilene (VB): per essere accettabile una terra deve presentare un valore di blu VB >200 cm<sup>3</sup>, determinato in conformità alla norma UNI 8520, parte 15a.

Il terreno, in ogni caso, deve presentarsi privo di humus e radici, nonché libero da corpi estranei ed elementi lapidei di grossa pezzatura.

I tipi di calce da impiegare sono:

calce aerea idrata in polvere, sfusa o in sacchi <sup>2</sup>;

calce aerea viva macinata sfusa, o in sacchi <sup>2</sup>.

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi in cui i valori di umidità siano sensibilmente più elevati di quelli ottimali per il costipamento. Entrambi i tipi di calce debbono rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231/39; essi, inoltre, debbono avere le caratteristiche chimiche (UNI-EN 459-2/96) e le caratteristiche granulometriche riassunte nella Tabella 1. 2.

<b>Tabella 1. 2</b>		
Requisito	calce viva	calce idrata
CO <sub>2</sub>	≤ 5%	≤
Titolo in ossidi liberi (CaO + MgO)*	≤ 84%	≤
Tenore in MgO	≤ 10%	≤ 8%
Titolo in idrati totali	≤	> 85%
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SO <sub>3</sub>	≤ 5%	≤ 5%
Umidità	≤	≤ 2%
Acqua legata chimicamente	≤ 2%	≤
Reattività all'acqua	> 60° entro 25'	≤
Passante al setaccio 2 mm	100%	100%
Passante al setaccio 0.2 mm	≤ 90%	≤
Passante al setaccio 0.075mm	≤ 50%	≤ 90%

\* La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO deve essere effettuata secondo la formula  $(100 - I - 2.27 \cdot CO_2 - X)$  dove: I è la percentuale di impurezze (SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + SO<sub>3</sub>), X è la percentuale di acqua legata chimicamente.

<sup>2</sup> L'impiego di calce idrata e/o viva confezionata in sacchi, è tollerato solo eccezionalmente per piccoli cantieri, dove l'intervento complessivo di trattamento interessi una superficie inferiore a 2.000 m<sup>2</sup> o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 m<sup>3</sup>.

Nel caso di stabilizzazione mista con calce e cemento possono impiegarsi cementi Portland o pozzolanici del tipo 32.5.

L'eventuale acqua di apporto deve risultare priva di impurità e di materie organiche. La sua provenienza deve essere definita e controllata prima e durante l'utilizzo affinché sia verificata la norma UNI 8981/7 secondo quanto predisposto dalla norma UNI 9858.

### **3.3) misto granulare per strato di base e di fondazione**

Il misto granulare è costituito da una miscela non legata di aggregati ottenuti mediante trattamento di materiali naturali, artificiali o riciclati. Il trattamento può eventualmente prevedere la miscelazione di frazioni granulometriche differenti. Nella sovrastruttura stradale il misto granulare è impiegato per la costruzione di strati di fondazione.

#### **Aggregati**

##### *Generalità e provenienza*

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242. I requisiti da dichiarare sono specificati nel seguito.

La designazione di ciascuna pezzatura dovrà contenere:

- dimensioni dell'aggregato;
- tipo di aggregato (composizione petrografica prevalente);
- località di provenienza, eventuale deposito e produttore.

L'aggregato può essere costituito da elementi di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni

tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A1**.

Nei casi in cui l'aggregato possa venire a contatto con il gelo deve essere privo di fillosilicati e in particolare di caolinti, cloriti, vermiculite, miche e di idrossidi di ferro formatosi durante la disgregazione.

È possibile l'utilizzo dei materiali riciclati provenienti dalle demolizioni edilizie. In questo caso la descrizione delle miscele contenenti aggregati riciclati dovrà essere effettuata in conformità all'appendice A della norma UNI EN 13285.



Gli impianti di riciclaggio dovranno comunque rifornirsi di materiale da riciclare esclusivamente dal luogo di produzione o demolizione, ed è fatto divieto di rifornirsi da discariche di qualsiasi tipo.

### *Dimensioni e granulometria*

La descrizione delle pezzature degli aggregati deve essere effettuata tramite la designazione d/D secondo quanto specificato dalla norma UNI EN 13242. È richiesto l'impiego degli stacci del gruppo base+2.

La granulometria delle pezzature deve soddisfare i requisiti generali specificati dalla norma UNI EN 13242 per aggregati grossi, aggregati fini ed aggregati in frazione unica.

### *Requisiti geometrici, fisici, chimici e di durabilità*

Le proprietà degli aggregati utilizzati per il confezionamento della miscela dovranno essere conformi ai requisiti specificati in Tabella A1. Il possesso di tali requisiti sarà attestato dai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi agli ultimi sei mesi.

Il sistema di attestazione della conformità richiesto è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione tutti i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti di Tabella A1 non dichiarati nell'attestato di conformità CE, la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei Laboratori Ufficiali o Autorizzati di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ovvero presso il Laboratorio Prove Materiali della Provincia Autonoma di Bolzano. La qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13242.

<b>Tabella A1</b>	<b>AGGREGATI</b>		
<b>Parametro</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Categoria UNI EN 13242</b>
Dimensione massima (D)	UNI EN 933-1	≤31,5mm	
Coefficiente di appiattimento (FI)	UNI EN 933-3	≤35%	FI <sub>35</sub>
Coefficiente di forma (SI)	UNI EN 933-4	≤35%	SI <sub>35</sub>
Quantità di frantumato (C)	UNI EN 933-5	≥70%	C <sub>70/28</sub>
Equivalente in sabbia (ES)	UNI EN 933-8	≥50%	
Resistenza alla frammentazione (LA)	UNI EN 1097-2 §5	≤30%	LA <sub>30</sub>
Resistenza all'urto (SZ)	UNI EN 1097-2 §6	≤32%	SZ <sub>32</sub>
Sensibilità al gelo (F)	UNI EN 1367-2	≤1%	F <sub>1</sub>
Limite liquido (w <sub>L</sub> )	UNI CEN ISO/TS 17892-12	≤15%	
Indice Plastico (w <sub>p</sub> )	UNI CEN ISO/TS 17892-12	np	
Contenuto di sostanza organica	UNI EN 1744-1 §15.1	assente	
Componenti idrosolubili	UNI EN 1744-3	assenti	
Coefficiente di dilazione con il gelo	SN 670 321	≤0,1%	
Rigonfiamento		Nulla	

## **3.4 ) Conglomerato bituminoso a caldo tradizionale**

### **3.4.1 tappeto d'usura 1° categoria**

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

Il tappeto di 1a categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi di natura non carbonatica aventi

elevata resistenza alla frammentazione (LA  $\leq 23$ ) ed alla levigabilità (PSV  $\geq 42$ ).

### **a) Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

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

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.1 .

TABELLA A1

AGGREGATO GROSSO			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	$\leq 23\%$	LA <sub>23</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	100%	C <sub>100/0</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	14 mm	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 1\%$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1\%$	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-3	$\leq 20\%$	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	$\leq 1.5\%$	WA <sub>242</sub>

Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	≥42%	PSV <sub>42</sub>
------------------------	---------------	------	-------------------

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella A.2 . Qualora l'aggregato fine sia ottenuto dalla frantumazione di materiali naturali aventi valore di levigabilità PSV ≥ 42 il trattenuto al setaccio 2 mm non deve superare il 20 %.

**TABELLA A2**

AGGREGATO FINE			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	≤5%	f <sub>5</sub>

Il filler, frazione passante al setaccio 0,063mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria dell'aggregato filler, determinata secondo la norma UNI EN 933-10, dovrà essere conforme

a quella prevista dalla norma UNI EN 13043. Il filler deve inoltre soddisfare i requisiti indicati in **Tabella A.3**

**TABELLA A3**

AGGREGATO FINE			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-

Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	28-45%	V <sub>28-45</sub>
Stiffening Power –rapporto filler/bitumen=1,5	UNI EN 13179-1	≥5%	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

### **b) Legante**

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate. Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella **Tabella A.4**

**Tabella A.4.**

Bitume				
<i>parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>tipo 50/70</i>	<i>tipo 70/100</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	mm10 <sup>-1</sup>	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità cinematica 135°	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥295	≥230

Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
<b>VALORI DOPO RTFOT (163°C)</b>	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

### **C) Additivi**

Nei tappeti di usura, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato.

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.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle A.1, A.6 e A.7). In ogni caso, 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 ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare alla D.L. un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

### **3.2) binder**

Il binder tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

### **a) Aggregati**

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi).

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

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A.1**.

TABELLA A1

AGGREGATO GROSSO			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	≤ 30%	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	≥ 80%	C <sub>80/0</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	30mm	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	≤ 1%	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	≤ 1%	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-1	≤ 30%	Fl <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	≤ 1.5%	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A.2**

TABELLA A2			
AGGREGATO FINE			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	≤2%	f <sub>2</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.

Il filler per binder deve soddisfare i requisiti indicati in **-Tabella A.3-**.

TABELLA A3			
AGGREGATO FINE			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	38-45%	V <sub>38/45</sub>
Stiffening Power –rapporto filler/bitumen=1,5	UNI EN 13179-1	≥5%	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

### **b) Legante**

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate. Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicati nella **Tabella A.4.**

**Tabella  
A.4.**

Bitume				
<i>parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>tipo 50/70</i>	<i>tipo 70/100</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	mm10 <sup>-1</sup>	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità cinematica 135°	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥295	≥230
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
<b>VALORI DOPO RTFOT (163°C)</b>	UNI EN 12607-1			
Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8



Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

### ***C) Additivi***

Nei conglomerati bituminosi per lo strato di binder, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume-aggregato.

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

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela (tabelle A1, A6 e A7). In ogni caso, 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 ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio scelto dalla D.L. un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.**

#### ***3.4.2 conglomerato bituminoso per strato di base***

Il conglomerato bituminoso per strati di base (tradizionale a caldo) è una miscela dosata a peso o a volume, costituita da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

### a) Aggregati

Gli aggregati lapidei costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione. Gli aggregati grossi e fini sono costituiti da elementi ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali (rocce, aggregati naturali tondeggianti, aggregati naturali a spigoli vivi). Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione. Ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13043.

La designazione dell'aggregato grosso dovrà essere effettuata mediante le dimensioni degli stacci appartenenti al gruppo di base più gruppo 2 della UNI EN 13043.

L'aggregato grosso potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A.1**.

TABELLA A1			
AGGREGATO GROSSO			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	$\leq 30\%$	LA <sub>30</sub>
Percentuale di particelle frantumate	UNI EN 933-5	$\geq 70\%$	C <sub>70/0</sub>
Dimensione max	UNI EN 933-1	40mm	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	$\leq 1\%$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	$\leq 1\%$	F <sub>1</sub>
Coefficiente di appiattimento	UNI EN 933-1	$\leq 30\%$	Fl <sub>30</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	$\leq 1.5\%$	WA <sub>242</sub>

La designazione dell'aggregato fine dovrà essere effettuata secondo la norma UNI EN 13043. Per motivi di congruenza con le pezzature fini attualmente prodotte in Italia, è permesso l'impiego come aggregato fine anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D=4 mm.

L'aggregato fine potrà essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella A.2**.

TABELLA A2

AGGREGATO FINE			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	≥70%	-
Quantità di frantumato		≥50%	-
Passante allo staccio 0.063	UNI EN 933-1	≤2%	f <sub>2</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante al setaccio 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti.

La granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043.

Il filler per strati di base deve soddisfare i requisiti indicati in **-Tabella A.3-**.

TABELLA A3

AGGREGATO FINE			
<i>Parametro</i>	<i>METODO DI PROVA</i>	<i>VALORI RICHIESTI</i>	CATEGORIA UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Ridgen)	UNI EN 1097-4	28-45%	V <sub>28/45</sub>
Stiffening Power –rapporto filler/bitumen=1,5	UNI EN 13179-1	≥5%	-

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle A1, A2 ed A3 sarà verificato dalla Direzione Lavori in base ai valori riportati sugli attestati di conformità CE degli aggregati, relativi all'anno in corso. Gli attestati dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il sistema di attestazione della conformità è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, procedura 3, del

DPR n. 246/93 93 (Sistema 4: autodichiarazione del produttore).

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti dichiarati dal produttore.

Per i requisiti non dichiarati nell'attestato di conformità CE la Direzione Lavori richiederà la qualifica del materiale da effettuarsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Per i requisiti contenuti nella UNI EN 13043 la qualifica prevedrà sia le prove iniziali di tipo (ITT) che il controllo della produzione di fabbrica (FPC), come specificato dalla stessa UNI EN 13043.

#### b) Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido per applicazioni stradali ottenuto dai processi di raffinazione del petrolio greggio. Saranno utilizzati, a seconda della zona e del periodo di impiego, bitumi appartenenti alla classi di penetrazione 50/70 oppure 70/100, definite dalla UNI EN 12591. La preferenza di impiego sarà per la classe 50/70 per le temperature più elevate. Le proprietà dei bitumi ed i relativi metodi di prova sono indicate nella **Tabella A.4.**

**Tabella A.4.**

Bitume				
<i>parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>tipo 50/70</i>	<i>tipo 70/100</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN1426	mm10 <sup>-1</sup>	50-70	70-100
Punto di rammollimento	UNI EN1427	°C	46-54	43-51
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ - 8	≤ - 10
Viscosità cinematica 135°	UNI EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥295	≥230
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
<b>VALORI DOPO RTFOT (163°C)</b>	UNI EN 12607-1			

Variazione di massa	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 46
punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 48	≥ 45
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 11	≤ 11

Ai fini dell'accettazione, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata dal produttore o da un Laboratorio che opera per c/terzi.

### C) Additivi

Nei conglomerati bituminosi per lo strato di base, per migliorare la durabilità all'acqua, devono essere impiegati degli additivi attivanti d'adesione costituiti da sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitume – aggregato.

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.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua richieste per la miscela miscela (tabelle A.1, A.6 e A.7). In ogni caso, 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 ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume potranno essere verificati sulla miscela sfusa o sulle carote mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica). Per la taratura del sistema di prova, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta ad inviare al Laboratorio scelto dalla D.L. un campione dell'attivante d'adesione che intende utilizzare.

### 3.5) Calcestruzzo normale e armato ( D.M. Infrastrutture14/01/2008 - Capitolo 11)

Il calcestruzzo per uso strutturale deve essere :

- identificato univocamente a cura del produttore;
- qualificato sotto la responsabilità del produttore;

- accettato dal D.L. mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione;

Il calcestruzzo per uso strutturale inoltre devono essere in possesso, per il suo impiego della marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE " Prodotti da Costruzione " recepita in Italia dal DPR 246/1993 e così come modificata dal DPR 10/12/1997 n. 499.

Sarà onere del Direttore dei lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura CE stessa e richiedere ad ogni fornitore, il certificato ovvero la dichiarazione di conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea.

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

I cementi utilizzati dovranno soddisfare ai requisiti previsti dalla L. 595/65 e norme armonizzate della serie EN 197, dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2:

E' escluso l'impiego di cementi alluminosi. L'impiego dei cementi di tipo C, richiamati nella legge 26-5-1965 n°595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si deve far riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti a solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al dilavamento da calce).

Sono idonei alla produzione di conglomerato cementizio gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 12620.

Il sistema di attestazione della conformità degli aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente Tabella 11.1.II.

**Tabella 11.1.II**

Specifica Tecnica Europea di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 -13055	Calcestruzzo strutturale	2+
	Uso non strutturale	4

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tabella 11.1.III, a condizione che la miscela di conglomerato cementizio confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

**Tabella 11.1.III**

Origine del materiale da riciclo	Rck del calcestruzzo (N/mm <sup>2</sup> )	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	< 15	fino al 100 %
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤ 35	≤ 30 %
	≤ 25	fino al 60 %
Riutilizzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati	≤ 55	fino al 5%

Per quanto riguarda gli aggregati leggeri, questi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea UNI EN 13055. Il sistema di attestazione della conformità è quello riportato nella Tabella 11.1.II.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei lavori, questi sono finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 11.1.IV, insieme ai relativi metodi di prova.

Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei lavori, questi sono finalizzati alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tabella 11.1.IV, insieme ai relativi metodi di prova.

**Tabella 11.1.IV – Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale**

Caratteristiche tecniche	Metodo di prova
Descrizione petrografia semplificata	EN932-3
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)	EN933-1
Indice di appiattimento	EN933-3
Dimensione per il filler	EN933-10
Forma dell'aggregato grosso (per aggregato proveniente da riciclo)	EN933-4
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck ≥ C50/60)	EN1097-2

È ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del conglomerato cementizio.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma EN 450 e potranno essere impiegate rispettando i criteri stabiliti dalla UNI EN 206-1 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono essere costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

Gli additivi devono essere conformi alla parte armonizzata della norma europea EN 934-2.

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

### 3.6) Misto stabilizzato a cemento

Il misto stabilizzato a cemento è una miscela di aggregati lapidei di primo impiego<sup>1</sup> (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento). La miscela ottenuta tramite il passaggio del pulvimixer deve avere resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili.

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato stabilizzato.

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n.5) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati<sup>2</sup>, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 5.1.

#### AGGREGATO GROSSO

**Tabella 5.1**

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40
Sensibilità al gelo <sup>3</sup>	CNR 80/80	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	CNR 75/80	%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

<sup>1</sup> Per misti confezionati con aggregati riciclati si farà riferimento a studi specifici.

<sup>2</sup> Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata

<sup>3</sup> In zone considerate soggette al gelo



L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 5.2.

#### AGGREGATO FINO

**Tabella5.2**

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	
Equivalente in sabbia	CNR 27/72	%	≥ 30; ≤ 60
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25
Indice Plastico	CNR-UNI 10014	%	NP
Contenuto di:			
- Rocce tenere, alterate o scistose	CNR 104/84	%	≤1
- Rocce degradabili o solfatiche	CNR 104/84	%	≤1
- Rocce reagenti con alcali del cemento	CNR 104/84	%	≤1

***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 riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.***

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

Saranno impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI ENV 197-1:

- tipo I (Portland);
- tipo II (Portland composito);
- tipo III (d'altoforno);
- tipo IV (pozzolanico);
- tipo V (composito).

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla L. 595/65. Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314. Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.), o da altri organismi autorizzati ai sensi del D.M.

12/07/93 n. 314

L'acqua deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva.

Le aggiunte sono materiali inorganici finemente macinati che possono essere aggiunti al calcestruzzo per modificarne le caratteristiche o ottenerne di speciali.

È ammesso l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, sarà stabilita con prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso di cemento indicato in prima istanza.

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 5.3.

**Tabella 5.3**

Serie crivelli <sup>4</sup> e setacci UNI		<i>Autostrade e strade extraurbane principali</i>	<i>Extraurbane econdarie ed Urbane di scorrimento</i>	<i>Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali</i>
		Passante (%)		
Crivello	40	100	100	
Crivello	30	80 - 100	-	
Crivello	25	72 - 90	65 - 100	
Crivello	15	53 - 70	45 - 78	
Crivello	10	40 - 55	35 - 68	
Crivello	5	28 - 40	23 - 53	
Setaccio	2	18 - 30	14 - 40	
Setaccio	0.4	8 - 18	6 - 23	
Setaccio	0.18	6 - 14	2 - 15	
Setaccio	0.075	5 - 10	-	

<sup>4</sup> In luogo dei crivelli indicati potranno essere impiegati setacci aventi un'apertura della maglia pari a 0.8 volte il diametro dei fori del crivello.

***Il contenuto di cemento, delle eventuali ceneri volanti dosate in sostituzione del cemento stesso, ed il contenuto d'acqua della miscela, vanno espressi come percentuale in peso rispetto al totale degli aggregati costituenti il misto granulare di base.***

Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29. In particolare la miscele adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 5.4.

**Tabella 5.4**

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Valore</i>
Resistenza a compressione a 7gg	CNR 29/72	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana) <sup>5</sup>	CNR 97/84	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7.5 N/mm<sup>2</sup> .

***Nel caso in cui il misto cementato debba essere impiegato in zone in cui sussista il rischio di degrado per gelo-disgelo, è facoltà della Direzione Lavori richiedere che la miscela risponda ai requisiti della norma SN 640 59a.***

### **3.7) Conglomerato bituminoso per manti di usura speciali (fonoassorbente)**

I conglomerati bituminosi per strati di usura confezionati a caldo con argilla espansa sono miscele costituite da aggregati lapidei di primo impiego, argilla espansa, bitume semisolido ed eventuali additivi.

I bitumi modificati sono bitumi semisolidi contenenti polimeri elastomerici e/o plastomerici, che ne modificano la struttura chimica e le caratteristiche fisiche e meccaniche. A seconda del tipo di strada, del traffico e della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo A oppure del tipo B con le caratteristiche indicate nella Tabella 6.1.

Bitume				
<i>parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>tipo 50/70</i>	<i>tipo 80/100</i>
Penetrazione a 25°C	EN1426, CNR24/71	dmm	50-70	50/70
Punto di rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	2: 65	≥60

<sup>5</sup> I provini per la prova di trazione indiretta sono gli stessi impiegati per la prova di compressione (CNR BU 29)

Punto di rottura (Fraass)	CNR43/74	°C	:5: - 15	≤- 12
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s$	PrEN 13072-2	Pa.s	2:0,4	≥0,25
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	%	> 75%	>50%
Stabilità allo stoccaggio 3gg a 180°C	EN 13399	°C	:5: 0,5	≤0,5
Variazione del punto di Rammollimento				
Valori dopo RTFOT	EN12607-1			
Volatilità	CNR54/77	%	< 0,8	≤ 0,8
Penetrazione residua a 25°C	EN1426, CNR24/71	%	> 60	≥60
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427, CNR35/73	°C	:5:5	≤5

TABELLA 6.1

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori a discrezione della D.L., 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 riconosciuto dal Ministero LL.PP.

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

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione bitumeaggregato, 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.

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle Tabelle 2, 6, 7. In ogni caso, 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 ed il dosaggio degli attivanti d'adesione nel bitume vengono verificati mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile (prova colorimetrica).

Gli aggregati lapidei costituiscono la componente principale della fase solida nei conglomerati bituminosi a caldo con argilla espansa. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'aggregato grosso deve -essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati<sup>1</sup>, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purchè, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 6.2.

AGGREGATO GROSSO - (trattenuto al crivello UNI n. 5)

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Usura
Las Angeles (*)	CNR 34/73	%	≤ 20
Miero Deval Umida (*)	CNR 109/85	%	≤ 15
Quantità di frantumata	-	%	100
Dimensione max	CNR 23/71	mm	20
Sensibilità al gela	CNR 80/80	%	≤ 30
Spagliamenta	CNR 138/92	%	0
Passante alla 0.0075	CNR 75/80	%	≤ 1
Indice appiattimento.	CNR 95/84	%	≤ 30
Parasità	CNR 65/78	%	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	%	≥ 40
(*) Una dei due valori dei coeff. Las Angeles e Miera Deval Umida può risultare maggiore (fina a due punti) rispetto al limite indicata, purchè la loro somma risultasse uguale alla somma dei valori limite indicati.			

1 Un granulo si intende frantumato quando presenta meno del 20% di superficie arrotondata.

TABELLA 6. 2

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) od artificiali (argilla espansa "resistente" o materiali similari, scorie d'altoforno, loppe, ecc.) ad elevata rugosità superficiale (CLA ≥ 50) di pezzatura 5/15 mm, in percentuali in peso comprese tra il 20% ed il 30% del totale, ad eccezione dell'argilla espansa che deve essere di pezzatura 5/10 mm, con percentuale di impiego in volume compresa tra il 25% ed il 35% degli inerti che compongono la miscela.

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali e di frantumazione.

Gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo con argilla espansa devono possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 6.3.

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  $\leq 42$ .

AGGREGATO FINO - (Passante al crivello UNI n.5)

Indicatori di aualità			Strato pavimentazione
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Usura
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	$\geq 70$
Indice Plasticità	CNR-UN110014	%	
Limite Liquido	CNR-UN110014	%	
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	$\leq 2$
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	$\geq 50$

TABELLA 6.3

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 6.4.

FILLER

Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	<i>Normativa</i>	Unità di misura	Usura
Spogliamento	CNR 138/92	%	$\leq 5$
Passante allo 0.18	CNR 23/71	%	100
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	$\geq 80$
Indice Plasticità	CNR-UN110014		N.P.

Vuoti Rigden	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power	CNR 122/88	DPA	≥5
Rapporto filler/bitume =1,5			

TABELLA 6.4

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori a discrezione della D.L., l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP.

L'argilla espansa da impiegare sarà di tipo "resistente" con pezzatura 3/11 mm, caratterizzata da resistenza del granulo allo schiacciamento  $\geq 2,7$  MPa (v. norma UNI 7549 - parte 7) e coefficiente C.L.A.  $\geq 0,65$ . L'analisi granulometrica eseguita sul materiale di pezzatura 3/11 dovrà restituire una percentuale di trattenuto al crivello 10 della serie UNI  $\leq 10\%$  in peso ed una percentuale di passante al crivello 3 della serie UNI  $\leq 3\%$  in peso.

***Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati ai sensi della norma UNI EN 13043 e successive modificazioni e integrazioni.***

### **3.8) Acciaio ( D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni ) Generalita'**

L' acciaio per uso strutturale deve essere :

- identificato univocamente a cura del produttore;
- qualificato sotto la responsabilità del produttore;
- accettato dal D.L. mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione;

Gli acciai per uso strutturale inoltre devono essere in possesso, per il loro impiego della marcatura CE, prevista dalla Direttiva 89/106/CEE " Prodotti da Costruzione " recepita in Italia dal DPR 246/1993 e così come modificata dal DPR 10/12/1997 n. 499.

Sarà onere del Direttore dei lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura CE stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il certificato ovvero la dichiarazione di conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea.

Tutti gli acciai, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato normale e precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il

mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Si devono prevedere tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi su lotti di produzione
  - nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture
  - di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione
- il tutto secondo le disposizioni stabilite dal cap. 11.3 del DM Infrastrutture 14/01/2008.

### **Acciaio per cemento armato**

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciaio saldabile con marcatura CE del tipo B 450 C con valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura indicati al cap. 11.3.2.1 del DM 14/01/2008. Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, avnetai cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentare l'aderenza al conglomerato cementizio.

- Tipo B 450 C per diametro maggiore/ uguale a 12
- Tipo B 450 A per diametro minore di 12.

### **Acciaio per rete elettrosaldata**

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili con marcatura CE.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm. E' ammesso l'utilizzo di acciaio del tipo B 450 A fino ad un diametro inferiore al 12. I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata secondo la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra.

Ogni pannello o traliccio inoltre deve essere dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

### **Acciaio strutturale**

Per la realizzazione di strutture metalliche si dovranno utilizzare acciai conformi alla norme armonizzate della serie UNI EN 10025 con grado di acciaio ( JO, J2 ) – ( da S 235 ad S 460 ) recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, con valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e di rottura riportati nelle tabelle del cap. 11.3.4.1 del DM Infrastrutture 14/01/2008.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche, il prelievo dei saggi, la posizione del pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1: 2004, UNI EN 10045-1:1992.



## UTILIZZO :

- Acciaio strutturale Fe 510-C tipo CORTEN ( 10025.5 – S 355 JO G2W ) per spessori minore di 20 mm
- Acciaio strutturale Fe 510-D tipo CORTEN ( 10025.5 – S 355 J2 G2 W ) per spessori maggiori = 20 mm

Tutte le forniture di acciaio, provenienti dallo stabilimento di produzione ( produttore ) devono essere accompagnate :

- da copia della Dichiarazione di Conformità CE, riportante un timbro in originale con almeno la data di spedizione ed il destinatario;
- documento di trasporto con la data di spedizione ed il riferimento alla quantità, al tipo di acciaio, al destinatario.

## Bulloni

Gli elementi di collegamento impiegati nelle unioni a taglio devono soddisfare i requisiti di cui alla norma armonizzata UNI EN 15048 – 1:2007 " Bulloneria strutturale non a serraggio controllato " e recare la marcatura CE.

I bulloni conformi - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592 : 1968 devono appartenere alla classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001.

Si utilizzerà per le giunzioni ad attrito bulloni ad alta resistenza di classe 10.9 con filettatura metrica ISO a passo grosso, testa esagonale TDE UNI 5737, dado di classe 10 esagonali UNI 558; con tensioni di snervamento e di rottura indicati al cap. 11.3.4.6 del DM Infrastrutture 14/01/2008.

Bulloni e dadi devono essere marcati con simboli che identificano il produttore e la classe di resistenza

I produttori di bulloni per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

**A) Acqua:** dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971.

**B) Leganti idraulici - Calci aeree - Pozzolane:** dovranno corrispondere alle prescrizioni:

- della legge num. 595/1965;

- delle "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14-1-1966, modificato con D.M. 3/06/68, D.M. 31/08/1972, D.M. 13/09/93;

- delle "Norme per l'accettazione delle calce aeree" R.D. num. 2231/1939;
- delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. num. 2230/1939;

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

Il loro impiego nella preparazione di malte e conglomerati cementizi dovrà avvenire con l'osservanza delle migliori regole d'arte.

**C) Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per opere murarie:** dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge num. 1086/1971.

Le dimensioni massime degli aggregati costituenti la miscela dovranno essere compatibili con quanto prescritto nel D.M. num. 09/01/1996 e in ogni caso le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il conglomerato cementizio è destinato.

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme citate nel seguente comma D).

Si tratta di materiali da impiegarsi nella formazione dei conglomerati cementizi, escluse le pavimentazioni

**D) Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi per pavimentazioni:** dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.NUM.R. (Fascicolo num. 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione lavori.

**E) Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni:** dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella UNI 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

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

**F) Argilla espansa:** dovrà essere ottenuta mediante clinkerizzazione in forni rotanti ad una temperatura non inferiore a 1200 °C e peso in mucchio 320÷630 kg/mc a seconda della granulometria.

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

destinati.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri.

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

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

I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle Norme UNI in vigore.

I legnami di tipo lamellare dovranno essere di qualità I secondo la normativa DIN 4074, con giunzioni a pettine secondo la normativa DIN 88140 e la loro essenza lignea sarà preferibilmente di abete rosso o larice.

Le strutture in legno lamellare dovranno essere prodotte da stabilimenti in possesso del certificato di incollaggio di tipo A, in conformità alla norma DIN 1052. Gli eventuali trattamenti protettivi, gli spessori e le modalità applicative degli stessi, dovranno essere del tipo previsto negli elaborati progettuali.

**H) Leganti ed emulsioni bituminosi:** dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti norme C.NUM.R. "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 2 - Ed. 1951; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo num. 3 - Ed. 1958 e loro eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

**I) Leganti bituminosi:** dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" - Fascicolo num. 7 - Ed. 1957 del C.NUM.R. e eventuali successive modificazioni ed integrazioni.

**J) Geotessili:** costituiti da tessuto non tessuto ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura. I geotessili sono a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata.

Nella tabella che segue vengono riepilogate, in relazione alla natura chimica dei polimeri impiegati, le principali caratteristiche degli stessi:

Materie prime - caratteristiche tecniche	Poliestere	Polipropilene
Densità minum. (g/cm <sup>3</sup> )	1.38	0.90
Punto di rammollimento minum. (°C)	230÷250	140
Punto di fusione minum. (°C)	260÷265	170÷175
Punto d'umidità (% a 65% di umidità rel.)	0.4	0.04

I geotessili dovranno, non avere superficie liscia, essere imputrescibili ed atossici, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, essere antinquinanti ed isotropi.

Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego mediante le seguenti prove:

Caratteristiche tecniche	Normativa
campionatura (per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
peso (g/mq)	UNI 5114
spessore (mm)	UNI 8279/2
resistenza a trazione su striscia di 5 cm (N)	UNI 8639
allungamento (%)	UNI 8639
lacerazione (N)	UNI 8279/9
resistenza alla perforazione con il metodo della sfera (MPa)	UNI 8279/11
punzonamento (N)	UNI 8279/14
permeabilità radiale all'acqua (in cm/s)	UNI 8279/13
comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
diametro di filtrazione (µm)	*

\* corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica.

**K) Tubazioni in PVC:** in cloruro di polivinile rigido serie pesante, dei tipi 302, 303/1 e 303/2, secondo le vigenti Norme UNI, con giunti a bicchiere muniti di guarnizione in gomma. Ogni tubo dovrà portare impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo del produttore, il diametro nominale, l'indicazione del tipo; dovrà essere munito inoltre del marchio di conformità alle Norme UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

**L) Materiali per opere in verde:**

Terreno vegetale: il materiale da impiegarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali per il ricarico, la livellazione e la ripresa di aree comunque destinate a verde, dovrà essere terreno vegetale, proveniente da scotico di terreno a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1.00 ml.

Qualora il prelevamento della terra venga fatto da terreni naturali non coltivati, la profondità di prelevamento sarà limitata al primo strato di suolo esplorato dalle radici delle specie a portamento erbaceo, ossia a quello spessore ove la presenza di humus e le caratteristiche fisico-microbiologiche del terreno permettono la normale vita dei vegetali, ma in ogni caso non superiore a 50 cm.

L'Appaltatore, prima di effettuare il prelevamento della terra, dovrà darne comunicazione alla Direzione dei Lavori.

La stessa eventualmente potrà richiedere un prelievo di campioni in contraddittorio, per le analisi di idoneità del materiale, da effettuarsi presso una stazione di chimica agraria riconosciuta, a cura e spese dell'Appaltatore.

Concimi: i prodotti minerali semplici o complessi usati per la concimazione di fondo od in copertura dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale, avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.

Materiale vivaistico: l'Appaltatore deve dichiararne la provenienza e la Direzione Lavori potrà accettare il materiale, previa visita ai vivai che devono essere dislocati in zone limitrofe o comunque assimilabili.

Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

Sementi: l'Appaltatore dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione

del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme dell'art. 1.

Per ulteriori approfondimenti, riguardanti tutti i materiali per opere in verde, si fa riferimento a quanto riportato nell'articolo specifico per l'esecuzione dei lavori.

**M) Materiali di qualsiasi provenienza da impiegare nelle lavorazioni:** materiali per rilevati e/o riempimenti, aggregati grossi e fini per conglomerati, drenaggi, fondazioni stradali, pietrame per murature, drenaggi, gabbioni, etc.

I materiali da impiegare nelle lavorazioni sopra indicate dovranno essere sottoposti dalla Direzione Lavori, prima del loro impiego, alle verifiche e prove di laboratorio, per accertarne la idoneità in relazione alle particolari utilizzazioni previste.

Dopo che la Direzione Lavori avrà espresso il proprio benestare sulla base dei risultati delle prove di laboratorio, il materiale potrà essere impiegato nella produzione, fermo restando che l'Appaltatore stessa sarà responsabile, a tutti gli effetti della rispondenza alle specifiche norme contrattuali.

Gli oneri per prove e verifiche di idoneità sono a totale ed esclusivo carico dell'Appaltatore.

#### **Art. 4 Qualificazione dei materiali –**

L'impresa deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un programma dettagliato dei movimenti di materia, nonché eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori basata su sperimentazione o prove in vera grandezza.

Detta indagine si articola di norma come segue:

- rilievo, attraverso pozzetti stratigrafici, dello spessore di ricoprimento vegetale;
- identificazione della natura e dello stato delle terre (provenienti dalle zone di scavo e dalle cave di prestito) per la valutazione dell'attitudine al particolare impiego, prevedendo le seguenti prove di laboratorio:
  - granulometria e limiti di Atterberg, per la classificazione secondo la norma CNR-UNI 10006/63;
  - contenuto d'acqua naturale (CNR-UNI 10008/63) e consistenza;
  - costipamento AASHO Standard e/o Modificato (CNR69/78) al variare del contenuto d'acqua, con individuazione della densità massima del secco ( $\rho_s \text{ max}$ ) e dell'umidità ottimale di costipamento ( $w_{opt}$ );
  - analisi granulometriche comparative, prima e dopo la prova di costipamento, limitatamente ai materiali per i quali si sospetta la presenza di componenti fragili o instabili;
  - indice di portanza CBR<sup>(6)</sup>, secondo modalità di prova che tengano conto della destinazione del materiale, dei rischi di imbibizione da venute d'acqua (gravitazionale e/o di capillarità) e del prevedibile grado di addensamento. Per valutare gli effetti delle variazioni di umidità e del grado d'addensamento sulla portanza degli strati realizzati, la Direzione dei lavori, in relazione alle esigenze di posa in opera ed anche ai fini dei controlli di portanza, ha la facoltà di richiedere lo studio CBR completo, a diverse energie ed umidità di costipamento, secondo la norma SN670320b.

Per le rocce evolutive devono essere determinate, inoltre:

- la resistenza a compressione semplice su cubetti (CNR 4/53) e la relativa massa volumica;
- la perdita di peso alla prova Los Angeles (CNR 34/73) determinata preferibilmente per la classe A.

Laddove non fosse possibile effettuare prove di costipamento AASHO e prove CBR di laboratorio, l'attitudine all'impiego può essere determinata successivamente, attraverso la misura del modulo di deformazione  $M_d$  (CNR146/92), nel corso delle prove preliminari in vera grandezza (campo prove) di cui nel seguito.

---

<sup>(6)</sup> L'indice CBR viene utilizzato:

- ai fini del dimensionamento della pavimentazione per valutare la portanza dei terreni di sottofondo (naturali o riportati);
- quale criterio di qualità per valutare l'attitudine dei materiali ad essere utilizzati per la costruzione di strati di rilevato o di sottofondo;
- per valutare l'influenza dell'imbibizione e del gelo sulla portanza (e sulle variazioni di volume) dei terreni di sottofondo, confrontando i risultati delle prove effettuate su provini compattati in condizioni standard (energia della prova AASHO Mod.), ma sottoposti a differenti condizionamenti (punzonamento immediato, punzonamento dopo 4 giorni di immersione in acqua, punzonamento dopo gelo e disgelo).

### **Art. 5 Campo prove per l'impiego di materiali sciolti**

Con la sola eccezione di lavori per i quali i volumi dei movimenti di materia siano del tutto trascurabili, l'Impresa è tenuta a realizzare (per ciò mettendo a disposizione della Direzione Lavori personale e mezzi adeguati) una sperimentazione in vera grandezza (campo prova), allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di addensamento e/o portanza) prescritte.

La sperimentazione in vera grandezza deve riguardare ogni approvvigionamento omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale.

Nei cantieri di grande dimensione e, in ogni caso, allorché per il controllo in corso d'opera vengano impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento (FWD, autocarro con asse di 10 t), le indagini preliminari sui rilevati sperimentali sono finalizzati anche a stabilire le necessarie correlazioni tra i risultati di queste ed i valori di densità secca  $\gamma_s$  e/o modulo di deformazione Md.

L'onere economico della sperimentazione in campo prove è compreso nel prezzo d'appalto e, quindi, cade a carico dell'Impresa. Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato: in questo caso dopo la sperimentazione è fatto obbligo all'Impresa di demolire le sole parti del manufatto non accettabili, sulla base delle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

La sperimentazione va completata prima di avviare l'esecuzione dei rilevati, per essere di conferma e di riferimento del piano e delle modalità delle lavorazioni; in ogni caso, se applicata a materiali diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera. Analogamente la sperimentazione va ripetuta in caso di variazione del parco macchine o delle modalità esecutive.

I risultati delle prove vanno riportati in apposito verbale redatto dalla Direzione Lavori, che ne trae le conclusioni sull'accettazione delle macchine e sulle modalità di posa in opera.

Tenuto conto dei risultati delle suddette indagini, l'Impresa predispone i seguenti documenti, da sottoporre all'approvazione del Direttore dei Lavori:

piano dettagliato di sperimentazione in vera grandezza (campo prove); piano particolareggiato delle lavorazioni di movimento di materie.

### **Art. 6 Cave di prestito**

Quando i materiali idonei scavati fossero insufficienti per la formazione dei rilevati, i volumi di terra integrativi sono prelevati da cave di prestito che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché autorizzate dal programma provinciale per le attività estrattive e il materiale sia ritenuto idoneo dalla direzione lavori (qualificazione norma UNI EN 13242).

### **Art. 7 Depositi temporanei**



I materiali destinati ad essere temporaneamente accantonate per essere utilizzate successivamente per riempimenti di cavi, rinterrì, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

I luoghi di deposito della terra vegetale da utilizzarsi per il ricoprimento delle scarpate e per la realizzazione di opere in verde, in particolare, debbono essere sistemati in modo da evitare venute e ristagni d'acqua, capaci di impedire l'ossigenazione della terra stessa. I cumuli di terra vegetale, disposti, con scarpate generalmente di 3/2, non debbono superare l'altezza di 3,00 metri, particolarmente nel caso cui il piano d'impiego preveda attese di più di sei mesi.

Nella sistemazione dei depositi di terra vegetale, inoltre, l'Impresa ha l'obbligo:

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;

- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei lavori in relazione al loro rischio ambientale.

L'Impresa deve produrre, anche per le cave di deposito temporaneo e permanente, se necessario a modifica o integrazione del progetto, calcoli geotecnici ed elaborati di controllo e salvaguardia ambientale, in analogia a quanto già illustrato per le cave di prestito.

Nel reimpiego dei materiali provenienti dagli scavi l'Impresa è obbligata a rispettare le destinazioni particolari per essi previste dal progetto ed approvate dalla Direzione Lavori, come piano dettagliato delle lavorazioni. L'Appaltatore deve eseguire le operazioni di scavo, trasporto e posa in opera con mezzi adeguati e con sufficiente manodopera, coordinando la successione delle fasi e l'esecuzione delle varie categorie di lavoro. Lo stesso rimane libero di adottare macchine ed impianti ritenuti di sua convenienza, purché rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per la buona riuscita dei lavori.

### ***Art. 8 Tracciamenti***

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

A suo tempo 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'Impresa dovrà procedere al tracciamento di esse, pure con l'obbligo della conservazione dei picchetti, ed, eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra.

## CAPO II – NORME PER LA ESECUZIONE DEI LAVORI –

### **Art. 9**            **Movimenti di terra**

#### **Art. 9.1 )**        **Definizioni e classificazioni**

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

#### **Art. 9.2 )**        **Scotico**

Prima di dar luogo agli scavi l'Impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla Direzione Lavori. Nei tratti di trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione del materiale successivamente estratto, se questo deve essere utilizzato per la formazione dei rilevati. Parimenti, l'Impresa deve prendere ogni precauzione per evitare la contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione.

L'Appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentite: provvede, quindi, a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde (spartitraffico centrale e laterale, isole divisionali, ricoprimento superficiale di cave e discariche, ecc.).

I depositi provvisori di terra vegetale vanno sistemati come descritto nell'art.1.3.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, debbono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di terra nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa), sia per i tratti in trincea.

### **Art. 9.3 )      Norme generali per gli scavi**

Si esaminano in questo paragrafo le lavorazioni per lo smacchiamento generale dei siti d'impianto del corpo stradale, per lo scoticamento, per lo sbancamento e lo scavo a sezione ristretta, con o senza la presenza di falda freatica, per la demolizione di opere murarie e la scomposizione di strati rocciosi.

Gli scavi occorrenti per la formazione del corpo stradale (compresi quelli per la sistemazione del piano di posa dei rilevati e per far luogo alla pavimentazione ed alla bonifica del sottofondo stradale in trincea), nonché quelli per la formazione di cunette, fossati, passaggi, rampe e simili, sono eseguiti secondo le forme e le dimensioni riportate negli elaborati grafici di progetto ed in conformità a quanto eventualmente ordinato per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

L'Impresa è tenuta ad adottare ogni cautela ed esattezza nel sagomare i fossi, nel configurare le scarpate ed i piani di fondazione e nel profilare i cigli della strada.

L'Appaltatore è tenuto a consegnare le trincee alle quote e secondo i piani prescritti, con scarpate ben spianate e regolari, con cigli ben tracciati e profilati; lo stesso deve procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, rimanendo obbligato, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, alle necessarie riprese e sistemazioni delle scarpate, nonché allo spurgo dei fossi e delle cunette.

Prima dell'esecuzione delle trincee e dei rilevati, l'Impresa deve provvedere tempestivamente all'apertura di fossi anche provvisori, di eventuali canali fuggatori e di quanto altro occorra per assicurare il regolare smaltimento e deflusso delle acque, nonché gli esaurimenti delle stesse, compresi gli oneri per il loro trattamento secondo le vigenti norme di legge.

Qualora, per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo, fosse necessario puntellare, sbatacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Impresa deve provvedervi a sua cura e spese, adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti; in ogni caso resta a suo carico il risarcimento per i danni, dovuti a negligenze o errori, subiti da persone e cose o dall'opera medesima.

Nel caso di franamento degli scavi è altresì a carico dell'Impresa procedere alla rimozione dei materiali ed al ripristino del profilo di scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato per le armature e sbatacchiature.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni geotecniche e statiche lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente per campioni la successione e l'esecuzione delle opere di scavo e murarie.

Qualora negli scavi in genere si fossero superati i limiti e le dimensioni assegnati in progetto, l'Impresa deve ripristinare le previste geometrie, utilizzando materiali idonei.

Prima di dar luogo agli scavi l'impresa deve procedere all'asportazione della coltre di terreno vegetale ricadente nell'area di impronta del solido stradale per lo spessore previsto in progetto o, motivatamente ordinato per iscritto in difformità di questo, all'atto esecutivo, dalla direzione lavori.

Nei tratti in trincea l'asportazione della terra vegetale deve essere totale, allo scopo di evitare ogni contaminazione con materiale inerte della terra vegetale da utilizzare per le opere a verde, procedendo, nel caso della gradonatura del piano di posa dei rilevati, per fasi successive, come indicato nell'articolo relativo a questa lavorazione.

L'appaltatore risponde di eventuali trascuratezze nelle suddette lavorazioni che incidano sul piano di movimento di materie assentite: provvede quindi a sua cura e spese al deposito in discarica del materiale contaminato ed alla fornitura dei volumi idonei sostitutivi.

La terra vegetale che non venga utilizzata immediatamente deve essere trasportata in idonei luoghi di deposito provvisorio, in vista della sua riutilizzazione per il rivestimento delle scarpate, per la formazione di arginelli e per altre opere di sistemazione a verde.

Le terre ad alto contenuto organico in eccesso rispetto alle esigenze di ricopertura o contaminate, devono essere portate immediatamente a rifiuto, onde scongiurare ogni rischio di inquinamento dei materiali destinati alla formazione del corpo del rilevato.

L'asportazione della terra vegetale deve avvenire subito prima dell'esecuzione dei movimenti di materia nel tratto interessato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati, sia per i tratti in rilevato (per evitare rammollimenti e perdite di portanza dei terreni costituenti il piano di posa) sia per i tratti in trincea.

***Inoltre qualora in progetto sia segnalata la presenza di sottoservizi che non interferiscono con i lavori, ma richiedono solo particolare cura e attenzione nelle fasi lavorative, gli scavi all'occorrenza dovranno eseguirsi con tutte le cautele necessarie e con mezzi idonei ed eventualmente anche a mano, considerando l'eventuale maggior onere adeguatamente compensato dalla voce di elenco prezzi relativa allo scavo di sbancamento o allo scavo a sezione obbligata a seconda del tipo di lavorazione che si sta eseguendo.***

#### **Art. 9.4 ) Scavi di sbancamento**

Sono denominati di sbancamento gli scavi occorrenti per:

- l'apertura della sede stradale, dei piazzali e delle pertinenze in trincea secondo i disegni di progetto e le particolari prescrizioni che può dare la Direzione Lavori in sede esecutiva;
- la formazione dei cassonetti, per far luogo alla pavimentazione ed all'eventuale bonifica di sottofondo stradale in trincea;
- la bonifica del piano di posa dei rilevati, ivi compresa la formazione delle gradonature previste in progetto, nel caso di terreni con pendenza generalmente superiore al 15%;
- lo splateamento del terreno per far luogo alla formazione di piani di appoggio, platee di fondazione, vespai, orlature e sottofasce;

la formazione di rampe incassate, cunette di piattaforma;

- gli allargamenti di trincee, anche per l'inserimento di opere di sostegno, ed i tagli delle scarpate di rilevati esistenti per l'ammorsamento di parti aggiuntive del corpo stradale;

- l'impianto delle opere d'arte (spalle di ponti, spallette di briglie, muri di sostegno, ecc.) per la parte ricadente al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno naturale o di quello degli splateamenti precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato, considerandosi come terreno naturale anche l'alveo dei torrenti o dei fiumi.

Inoltre, sono considerati scavi di sbancamento anche tutti i tagli a larga sezione agevolmente accessibili, mediante rampa, sia ai mezzi di scavo, sia a quelli di trasporto delle materie, a pieno carico.

In presenza di terreni sensibili all'acqua e ove si adottino procedimenti di estrazione a strati suborizzontali, le superfici di lavoro devono presentare sufficiente pendenza verso l'esterno (generalmente non inferiore al 6%) su tutta la loro larghezza. Ciò, fino a quando non sarà raggiunto il piano di sbancamento definitivo (piano di posa della pavimentazione o piano di imposta della sottofondazione di trincea).

Quest'ultimo dovrà risultare perfettamente regolare, privo di avvallamenti e ben spianato secondo le pendenze previste nei disegni e nelle sezioni trasversali di progetto. Generalmente, dette pendenze debbono risultare non inferiori al 4%, per permettere un allontanamento delle acque sufficientemente rapido.

I piani di sbancamento debbono essere rullati alla fine della giornata di lavoro o, immediatamente, in caso di minaccia di pioggia.

#### **Art. 9.5 ) Scavi di fondazione**

Per scavi a sezione ristretta si intendono quelli chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo. Questo piano sarà fissato (da progetto o, in difformità, su motivato parere della Direzione Lavori) per l'intera area o per più parti in cui questa può essere suddivisa, in relazione all'accidentalità del terreno ed alle quote dei piani finiti di fondazione.

Qualunque sia la loro natura, detti scavi debbono essere spinti, su motivato ordine scritto della Direzione Lavori, a profondità maggiori di quanto previsto in progetto, fino al rinvenimento del terreno dalla capacità portante ritenuta idonea. L'eventuale approfondimento non fornisce all'Appaltatore motivo alcuno per eccezioni e domande di speciali compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento (a misura) del maggior lavoro eseguito, secondo i prezzi contrattualmente stabiliti in relazione alle varie profondità.

E' vietato all'Impresa, 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.

Il fondo degli scavi deve risultare perfettamente piano o disposto a gradoni, secondo i profili di progetto o secondo quanto ordinato dalla Direzione Lavori.

In ogni caso, devono essere presi provvedimenti per evitare ristagni d'acqua sull'impronta delle fondazioni delle opere d'arte, come pure convogliamenti ed immissioni di acque superficiali di ruscellamento all'interno degli scavi aperti.

Le pareti degli scavi, come già detto, sono di norma verticali o subverticali; l'Impresa, occorrendo, deve sostenerle con idonee armature e sbatacchiature, rimanendo responsabile per ogni danno a persone e cose che possa verificarsi per smottamenti delle pareti e franamenti dei cavi.

Ove ragioni speciali non lo vietino, gli scavi possono essere eseguiti anche con pareti a scarpa con pendenza minore di quella prevista nei disegni di progetto; in tal caso, nulla è dovuto per i maggiori volumi di scavo e riempimento eseguiti di conseguenza.

L'Impresa deve provvedere al riempimento dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed ai getti, fino alla quota prevista, con materiale idoneo adeguatamente costipato con mezzi che non arrechino danno alle strutture realizzate.

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 è detto circa l'obbligo dell'Impresa, 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 previsto nel titolo seguente, l'Impresa dovrà provvedere, se richiesto dalla Direzione dei lavori, all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

Per gli scavi di fondazione si applicano le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (Suppl. ordinario alla G.U. 1/6/1988 n.127) e successivi aggiornamenti nonché al D.M. 14/09/05 (Suppl. ordinario n°159 alla G.U. 23/09/2005 n.222)

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa deve provvedere, di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare il loro riversamento negli scavi aperti.

L'Impresa deve eliminare ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, ricorrendo eventualmente all'apertura di canali fugatori.

Gli scavi a sezione ristretta sono considerati subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Sono eseguiti con mezzi idonei all'operatività sotto battente d'acqua ovvero previo sollevamento meccanico e smaltimento delle portate.

L'allontanamento dell'acqua deve essere eseguito con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo; tali mezzi debbono essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

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 aggettamenti 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'Impresa dovrà ugualmente provvedere ai necessari esaurimenti col mezzo che si ravviserà più opportuno: e tali esaurimenti le saranno compensati a parte ed in aggiunta ai prezzi di elenco per gli scavi in asciutto od in presenza di acqua. L'Impresa sarà però tenuta 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 aggettamenti. In questo articolo possono trovare sede le norme e prescrizioni relative a tutti i tipi e metodi di fondazioni particolari che possono richiedersi per l'esecuzione di opere d'arte, ponti, ecc., ossia fondazioni con uso di paratie, casseri in legno e metallo, cassoni autofondanti in legno, cemento armato, metallo; fondazioni ad aria compressa, su palificate in legname, cemento armato, ecc.

**Art. 9.6 ) Riporti e/o bonifiche**

Nel presente articolo, oltre alla costruzione del corpo stradale in rilevato (ivi compreso lo strato superiore costituente il sottofondo della pavimentazione), si considerano tutte le lavorazioni che comportano riporto di materiali, quali le opere di presidio ed i riempimenti dei cavi, la bonifica del piano di posa dei rilevati e quella del sottofondo della pavimentazione nei tratti di trincea (ove occorra).

In paragrafi distinti sono trattate nel seguito, in successione, le tecniche relative alla sistemazione ed alla costruzione di:

piani d'appoggio dei rilevati;

corpo del rilevato in terre naturali;

riempimenti;

strati in terre stabilizzate a calce o a cemento con leganti idraulici;

controlli

bonifica

sistemazioni superficiali

**Art. 9.7 ) Piano d' appoggio dei rilevati**

Immediatamente prima della costruzione del rilevato, l'Impresa deve procedere alla rimozione ed all'asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto.

Ogni qualvolta i rilevati debbano poggiare su declivi con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità del progetto il piano particolareggiato delle lavorazioni prevederà che, ultimata l'asportazione del terreno vegetale, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa dei rilevati con superfici di appoggio eventualmente in leggera pendenza. Per la continuità spaziale delle gradonature si avrà cura, inoltre, che le alzate verticali si corrispondano, mantenendo costante la loro distanza dall'asse stradale. Inoltre, le gradonature debbono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine per lo scavo.

In corrispondenza di allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale addossare il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di alzata non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza.

L'operazione di gradonatura sarà sempre preceduta dalla rimozione dello strato strato di terra vegetale e deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del rilevato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati.

La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, dovrà essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell'Impresa.

Quando siano prevedibili cedimenti eccedenti i 15 cm dei piani di posa dei rilevati, l'Impresa deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio per l'evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Impresa, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

L'impresa è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.



Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità)  $M_d$ , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra  $0,05 \div 0,15 \text{ N/mm}^2$ , deve risultare non inferiore a:

- $15 \text{ N/mm}^2$  (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- $20 \text{ N/mm}^2$ , quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- $30 \text{ N/mm}^2$ , quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni  $5000 \text{ m}^2$ . Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

Quando la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di portanza richiesti, può essere introdotto nel programma dettagliato delle lavorazioni l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. In alternativa può essere adottato un adeguato trattamento di stabilizzazione.

#### **Art. 9.8 ) Rilevati in terra naturale**

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale non inferiore al 4%.

In presenza di paramenti di massicci in terra rinforzata o di muri di sostegno, in genere, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.

Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato e non deve comunque eccedere i 30 cm.

Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima della terra impiegata ( $s \geq 2D_{max}$ ).

In ogni caso, la terra non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 500 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori, circa la massima utilizzazione delle risorse naturali impegnate dall'intervento, l'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti per gli strati finiti.

Per quanto riguarda l'attitudine dei mezzi di costipamento in relazione alla natura dei materiali da impiegarsi occorre considerare che:

- i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono d'impiego specifico per le terre fini coerenti;
- i rulli a griglia sono d'impiego specifico per le rocce tenere o, comunque, per i materiali per i quali è possibile correggere la granulometria per frantumazione degli elementi di maggiore dimensione;
- i rulli lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari (A1, A2 e A3) e, se molto pesanti, per i detriti di falda contenenti elementi di grosse dimensioni e, in una certa misura, per quelli provenienti da scavi in roccia;
- i rulli gommati sono mezzi versatili e polivalenti; in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si prestano sia per le terre fini, sia per le terre granulari, sia anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi (detriti di falda);
- i rulli lisci statici vanno utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati preliminarmente compattati con i rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.

Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHO (CNR 69/78).

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati, a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fine e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato.

La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato.

Per garantire una compattazione uniforme, anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate debbono essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto. La stesa ed il costipamento del materiale, pertanto, deve considerare una sovrallarghezza di almeno 0,50 m, per entrambi i lati del rilevato.

Salvo diverse prescrizioni motivate in sede di progetto, i controlli di qualità degli strati finiti, effettuati mediante misure di densità e di portanza, debbono soddisfare i requisiti indicati nel successivo articolo relativo ai "Controlli". Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si deve garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa deve provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.

Se nei rilevati dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

#### **Art. 9.9 ) Riempimenti**

Il ripristino di cavi di fondazione intorno a strutture, il rinterro di cavi praticati nel corpo stradale per diversi scopi (ad esempio posa di sottoservizi), il riempimento a ridosso di murature ed opere di sostegno, presentano problemi speciali. La compattazione, generalmente difficoltosa per la

ristrettezza degli spazi e per la delicatezza dei manufatti interessati, non deve giustificare rinuncia di sorta alle portanze prescritte.

Per questi motivi occorre impiegare materiale granulare selezionato, efficacemente sensibile al costipamento per vibrazione.

E' 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.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti.

L'Impresa deve evitare di realizzare rilevati e/o rinterrati in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

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'Impresa.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici. A ridosso delle murature dei manufatti, qualora in relazione alle caratteristiche dei terreni ed anche in aggiunta alle previsioni progettuali se ne ravvisi la necessità, la Direzione Lavori ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali predisposti, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

La stabilizzazione deve interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sia a forma trapezia, avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a  $2,00\text{ m} + \frac{3}{2}h$  e l'altezza  $h$  coincidente con quella del rilevato.

Il cemento, del tipo normale, va aggiunto in ragione di 25-50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato; l'esatto quantitativo, entro i suddetti limiti, deve essere determinato sperimentalmente dall'Impresa e sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori.

La miscela deve essere compattata fino al 95% della massa volumica massima del secco, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69/78), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

#### **Art. 9.10 ) Stabilizzazione delle terre con calce o con calce / cemento**

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre argillose con calce di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati

che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

L'Impresa è tenuta, nell'ambito del piano particolareggiato delle lavorazioni:

-a produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati

-a realizzare, per ogni famiglia di terreno che si intende trattare e per ciascun dosaggio una sperimentazione di campo, per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento. Una volta accettati dalla Direzione dei Lavori i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce, mediante ph-metria.

#### **Art. 9.11 ) Utilizzazione in rilevato**

Il corpo dei rilevato stradale potrà essere costituito da materiali, provenienti dagli scavi o da cave di prestito, con contenuto di materiale organico non superiore al 3%, stabilizzati a calce, e classificabili, secondo la normativa CNR-UNI 10006 nelle seguenti categorie :

- 1) - A5 con  $I_p > 8$ ;
- 2) - A6 e A7;
- 3) - A2/6 e A2/7 con una frazione passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

#### **A) COSTITUZIONE DELLA MISCELA**

L'individuazione della miscela più idonea all'impiego dovrà scaturire dalla serie di indagini di laboratorio, eseguite presso laboratori ufficiali, di seguito descritte:

- 1) - consumo iniziale di calce (CIC) determinato secondo la norma ASTM C977-92, non inferiore al 1,5%
- 2) - presenza percentuale di solfati ( $SO_3$ ), determinati secondo le norme UNI 8520 parte 11<sup>a</sup>, non superiore al 4% ;
- 3) - reattività della terra alla calce per le frazioni inferiori a 2 micron, determinata secondo esame diffrattometrico, eseguito su campioni tal quali dopo trattamento sottovuoto con glicole etilico;
- 4) - verifica delle caratteristiche, mediante esami chimici e fisici di controllo, della calce che dovrà risultare del tipo indicato in tabella seguente, (valori percentuali in peso),

<b>Requisito</b>	<b>Calce Viva</b>	<b>Calce Idrata</b>
CO <sub>2</sub>	≤ 5%	---
(CaO + MgO) Totali	≥ 84%	---
Titolo in Idrati	---	≥ 85%
SiO <sub>2</sub> – Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + SO <sub>3</sub>	≤ 5%	≤ 5%
Pezzatura	≤ 2 mm	---
Passante al setaccio con luce netta da:	200 μ m ≥ 90%	90 μ m ≥ 85%

5) - determinazione del limite liquido e plastico, secondo la norma CNR-UNI 10014, della terra in sito e della miscela, si riterrà idonea ad essere impiegata una terra che, dopo stabilizzazione presenti un abbattimento dell'indice di plasticità  $I_p$  del 25% ;

6) - determinazione del valore C.B.R. su provini confezionati secondo la normativa CNR-UNI 10009 punto 3.2.1, compattati secondo AASHTO mod. T 180 e rispettivamente tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20^\circ \pm 1^\circ C$  e U.R.>95% (presaturazione), oppure come sopra e poi saturati 4 giorni in acqua a  $20^\circ \pm 1^\circ C$  (postsaturazione), lo studio dovrà prevedere l'impiego di due provini per ogni valore di umidità della miscela ed inoltre dovranno essere analizzate almeno tre miscele con tenori di calce crescenti a partire dal valore minimo dei CIC ;

Si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche:  
per la formazione del corpo del rilevato esclusi gli ultimi 50 cm:

nel caso di presaturazione C.B.R.  $\geq 50$

nel caso di postsaturazione C.B.R.  $\geq 30$  e rigonfiamento  $\leq 2\%$

per la formazione di sottofondi (ultimi 50 cm del rilevato):

nel caso di presaturazione C.B.R.  $\geq 70$

nel caso di postsaturazione C.B.R.  $\geq 50$  e rigonfiamento  $\leq 1,5\%$

7) - determinazione della resistenza a compressione ad espansione laterale libera, eseguita su provini apribili del tipo C.B.R. , secondo B.U. CNR N. 29 compattati secondo AASHTO Mod. T 180, metodo D, avvolti in pellicola di polietilene e tenuti a maturare 7 giorni in aria a  $20^\circ \pm 1^\circ \text{C}$  e U.R.  $> 95\%$ .

si riterranno idonee all'impiego le miscele che presentano le seguenti caratteristiche:

per la formazione del corpo del rilevato:

resistenza a compressione  $R_c \geq 0,8 \text{ Mpa}$

per la formazione di sottofondi:

resistenza a compressione  $R_c \geq 1,2 \text{ Mpa}$

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore è tenuto a presentare alla Direzione Lavori i risultati ottenuti dalle predette prove e quindi, acquisita l'approvazione, potrà procedere all'impiego della miscela.

Si precisa comunque che il quantitativo minimo di calce non dovrà mai essere inferiore all'2,0 % in peso, pena la rimozione dell'intero strato di materiale a totale onere e cura dell'Impresa .

#### B ) POSA IN OPERA

L'operazione di miscelazione, eseguita dopo la posa in opera della terra in strati di altezza massima pari a 30 cm , dovrà essere preceduta , se necessario , da quella di frantumazione della terra in sito , ottenuta mediante passate successive di idonea attrezzatura ( pulvimixer ) fino ad ottenere una frazione passante al crivello 5 UNI superiore al 63 %.

Terminata l'operazione si dovrà stabilire l'umidità della terra in sito, procedendo con metodi speditivi, ed eseguendo le verifiche in più punti ed a più profondità.

In presenza di valori che si discostano dal valore di umidità ottima, determinato a seguito delle prove di laboratorio sopra descritte e concordato con la Direzione Lavori, in valore assoluto maggiori del  $\pm 2\%$  , si procederà ad una nuova erpicatura in caso di eccesso di umidità, oppure ad annaffiare il terreno se troppo asciutto, per raggiungere il grado di umidità desiderato.

Acquisita l'umidità ottima o comunque compresa nel range sopra definito, si procederà alla stesa della calce, mediante impiego di apposita attrezzatura a coclea, nella misura a metro quadrato tale da raggiungere la percentuale prevista in sede di progetto della miscela. L'operazione sopra descritta non dovrà mai essere effettuata in presenza di forte vento per garantire la sicurezza del personale operante, che dovrà comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela.

La miscelazione tra terra e calce potrà avvenire anche presso impianti fissi ubicati nelle vicinanze della cava di prestito.

Ultimata la stesa della calce si procederà alla miscelazione eseguendo un adeguato numero di passate di pulvimixer al fine di ottenere una miscela continua ed uniforme per poi passare alla rullatura eseguita con rulli a piastre e a punta e/o carrelli pigiatori gommati .

Per il solo caso di sottofondazione si dovrà prevedere la realizzazione di uno strato protettivo da mettere in opera prima della realizzazione della sovrastruttura stradale.

***L'Appaltatore, concordandolo con la Direzione Lavori potrà seguire una delle seguenti tecniche:***

- 1 ) - strato di sabbia bagnata di 3-4 cm di spessore;
- 2 ) - manto di protezione di bitume liquido BL 350-700 (BU CNR n.7) in ragione di 1 Kg/mq;
- 3 ) - emulsione bituminosa a lenta rottura dei tipo EL 55 (BU CNR n.3) in ragione di 1,8 Kg/mq.

Il periodo di maturazione della miscela non potrà essere inferiore a 7 giorni. Nel caso di impiego dello strato protettivo in sabbia si dovrà provvedere alla sua rimozione.

**Art. 9.12 ) Utilizzazione in strati di sottofondo in trincea**

In aggiunta ai requisiti richiesti per l'impiego in rilevato, in questo caso si deve tenere conto delle sollecitazioni trasmesse dalla pavimentazione durante l'esercizio e delle azioni dell'acqua e del gelo.

Per la necessaria portanza a breve termine, le miscele, compattate come descritto nella nota 3, debbono presentare un indice di portanza CBR, dopo immersione di 4 giorni in acqua, maggiore di 25.

La tenuta all'imbibizione va valutata, invece, rapportando la resistenza allo schiacciamento di provini cilindrici che nell'ultima parte del periodo di maturazione sono immersi per 7 giorni in acqua (  $R(x+7i)$  ) rispetto a quella di provini di pari età maturati per tutto il periodo di stagionatura in condizioni protette (  $R(x+7)$  ).<sup>4</sup>

La resistenza all'azione dell'acqua può giudicarsi acquisita allorché detto rapporto risulta:

$$\frac{R(x+7i)}{R(x+7)} \geq 0,8$$

Per valutare la resistenza al gelo, dopo un periodo di maturazione in condizioni protette (cfr. nota 5) i provini vengono immersi un giorno in acqua a 20°C e, successivamente, sottoposti a 13 cicli di gelo-disgelo (16 ore di gelo a -5°C, 8 ore di disgelo a +20°C).

La resistenza all'azione del gelo è ritenuta soddisfacente, se risulta:

---

<sup>4</sup> Indice CBR determinato subito dopo il confezionamento dei provini, senza preventiva immersione in acqua, compattando le miscele ad energia prossima a quella dell'AASHO standard, secondo la norma SN 670320b (5 strati, 12 colpi per strato, pestello del peso di 4,54 Kg, altezza di caduta 45,7 cm.).

$$\frac{R(x+1i+13g)}{R(x+14i)} \geq 0,8$$

Tenuto conto del carattere evolutivo della stabilizzazione a calce e della diversa reattività delle argille, a seconda della natura mineralogica, non è conveniente né corretto indicare univocamente l'età alla quale verificare la tenuta all'acqua ed al gelo.

In pratica, considerando due o tre dosaggi in legante, interessa riconoscere il periodo di maturazione necessario perché le miscele acquisiscano sufficiente stabilità, ciò che può dedursi facilmente dall'osservazione della variazione della resistenza meccanica con il periodo di maturazione (x = 28 giorni è generalmente sufficiente per la stabilità all'acqua; mentre, per la tenuta al gelo è necessario considerare un periodo di maturazione più ampio, anche di x = 90 giorni).

I processi di fabbricazione delle miscele debbono avvenire preferibilmente nei luoghi di estrazione (scavi di trincea o cave di prestito). Il trattamento nei luoghi d'impiego non comporta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati e dei sottofondi di trincea), mentre nella formazione di rilevati bisogna curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo di stabilizzazione.

#### **Art. 9.13 ) Controlli in corso d'opera**

In corso d'opera il controllo del dosaggio in calce viene effettuato valutando la quantità in peso di legante raccolta entro teli di superficie nota, stesi sull'area da trattare, nonché verificando mediante aste metalliche lo spessore dello strato interessato dal trattamento. La verifica del dosaggio deve essere effettuata per ciascuno strato nella misura di una presa per ogni 300 m<sup>3</sup> di miscela.

La bontà della miscelazione e la dimensione massima della zolle è valutata mediante setacciatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata mediante l'esame della colorazione delle miscele e, eventualmente, mediante misure di pH su campioni prelevati nella massa dello strato, a differenti profondità.

Le misure di pH per il controllo del dosaggio in calce sono effettuate con frequenza di una prova ogni 1.000 m<sup>3</sup> di materiale trattato.

L'ubicazione dei prelievi e delle prove è scelta ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori.

#### **Art. 9.14 ) Controlli Finali**

La Direzione Lavori accerterà il raggiungimento del grado di compattazione attraverso prove in sito del peso di volume e del modulo di deformazione (Md). Tali prove saranno richieste con la frequenza di :

Md - ogni 250 metri di strato finito

Peso Volume - ogni 2000 mc di materiale lavorato



Si riserva inoltre di eseguire prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato.

La Direzione Lavori riterrà idonee le lavorazioni quando saranno raggiunti i seguenti valori:

- densità in sito B.U. CNR N.22 pari al 95 % della densità Proctor ottenuta in laboratorio con provini costipati secondo AASHTO mod. T 180 e confezionati con la stessa miscela prelevata in sito;

2)- valori di Md, ottenuti mediante piastra da 300 mm di diametro ( B.U. CNR n. 146 ):

- per il corpo del rilevato non inferiori a 20 N/mm<sup>2</sup> nel ciclo di carico compreso tra 0,05 N/mm<sup>2</sup> e 0,15 N/mm<sup>2</sup>.

- per il piano di sottofondo non inferiori a 50 N/mm<sup>2</sup> nel ciclo di carico compreso tra 0,15 N/mm<sup>2</sup> e 0,25 N/mm<sup>2</sup>;

3)- per le prove dell'indice C.B.R., prove di rigonfiamento e prove di rottura a compressione su provini prelevati in sito costituiti da materiale già compattato si potranno accettare valori non inferiori al 90% di quelli ottenuti in laboratorio sulla miscela di progetto.

Qualora sia prevista in progetto, ovvero sia ritenuto necessario da quanto emerge all'atto esecutivo (in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche e topografiche dei terreni di impianto, alla posizione della falda ed alla natura dei materiali costituenti il corpo del rilevato) l'Impresa è tenuta a realizzare (anche in variante al progetto, nei limiti della discrezionalità che la Stazione appaltante si riserva) sistemazioni particolari del piano di posa del rilevato che prevedano la posa in opera di uno strato granulare con funzione anticapillare, eventualmente protetto da un geotessile con funzione anticontaminante.

Lo strato anticapillare, dello spessore di 30 cm, deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante al setaccio 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati e/o di riciclo.

Per le modalità di costipamento ed i requisiti di portanza si rinvia a quanto precedentemente prescritto per il piano di posa del rilevato.

Il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 100 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

## **Art. 9.15      Controlli**

### *Controllo delle forniture*

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati in terra, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per evidenziare che non abbiano a verificarsi derive nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei lavori.

### Controllo della densità e della portanza

Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei terreni interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella **Tabella E.1.**

<b>Tabella E.1</b>		<b>0Frequenza dei controlli delle forniture dei materiali</b>			
<b>Destinazione</b>	<b>Rilevato</b>		<b>Sottofondo</b>		
<b>Tipo di prova</b>	<b>Primi 10000 m<sup>3</sup></b>	<b>Ulteriori m<sup>3</sup></b>	<b>Primi 5000 m<sup>3</sup></b>	<b>Ulteriori m<sup>3</sup></b>	
Classificazione SN 670 008a	una prova ogni 2.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 5.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>	una prova ogni 2.000 m <sup>3</sup>	
Umidità naturale UNI CEN ISO/TS 17892-2	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>	una prova ogni 1.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 200 m <sup>3</sup>	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>	
Costipamento UNI EN 13286-2	una prova ogni 5.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 10.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 1.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 5.000 m <sup>3</sup>	

### Livelli prestazionali

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO di laboratorio, e/o attraverso il controllo della capacità portante.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione  $E_{v2}$  secondo la Norma CNR BU 146. Possono inoltre essere impiegate prove rapide e/o ad alto rendimento come ad esempio la piastra dinamica leggera LFWD.

Le prove di densità in sito (massa volumica apparente  $\gamma_s$ ) saranno eseguite secondo la Norma DIN 18125 e riferite al  $\gamma_{s,max}$  di laboratorio determinato secondo la Norma UNI EN 13286-2. Vanno inoltre eseguite misure di umidità dei materiali compattati, secondo la norma UNI CEN ISO/TC 17892-1.

Nella Tabella E.2 sono riassunti i livelli minimi delle prestazioni richieste ai differenti strati posti in opera, in relazione alla loro posizione. Quando è previsto l'impiego di prove rapide o ad alto rendimento i livelli prestazionali minimi devono essere stabiliti sperimentalmente per ciascuna tipologia di materiale e per livello prestazionale. La sperimentazione può essere effettuata nel corso del campo prove o sul materiale posto in opera, prima dell'inizio dei controlli finali.

Ad esempio per le prove rapide di portanza con piastra dinamica leggera LFWD, sarà individuata una correlazione tra il Modulo dinamico  $E_{vd}$  ed il modulo  $E_{v2}$  ottenuto da prove di tipo statico. L'accettabilità del materiale sarà valutata sulla base dei valori  $E_{v2}$  ricavati da tale correlazione.

Dato che la portanza di una terra dipende dal suo contenuto d'acqua in misura più o meno grande in relazione alla natura della terra stessa, i livelli prestazionali indicati nella Tabella E.2 si riferiscono a contenuti d'acqua compresi tutti nell'intervallo  $W_{opt} \pm 2\%$  ( $W_{opt}$  da prove UNI EN 13286-2)

Se il contenuto d'acqua del materiale al momento delle prove dovesse risultare esterno all'intervallo sopra specificato, la capacità portante può essere stimata a partire dalle misure effettuate e tenendo opportunamente conto dell'influenza dell'umidità. Ciò richiede che per il dato materiale siano determinate preliminarmente nel rilevato di prova le correlazioni tra la capacità portante e l'umidità del materiale.

Quando le suddette correlazioni non siano state determinate, nel caso delle prove di carico con piastra (o di

deflessione) occorre ricondurre il contenuto d'acqua del materiale (per uno spessore di almeno 15 cm) all'interno dell'intervallo sopraindicato.

Le prove di controllo sono effettuate nei posti indicati dalla Direzione Lavori e formano oggetto di apposito verbale.

<b>Tabella E.2</b>		
<b>Criteri di qualità e requisiti per gli strati di rilevato e di sottofondo</b>		
<b>STRATO</b>	<b>Grado d'addensamento % <math>\gamma_{s\ max}</math> di laboratorio</b>	<b>Modulo di deformazione <math>E_{v2}</math> (MN/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Sottofondo (1)</b>	<b>≥ 98 %</b>	<b>≥ 120</b>
<b>Rilevato (2)</b>	<b>≥ 98 %</b>	<b>≥ 80</b>
(1) In trincea, in tutto lo spessore dello strato di bonifica del sottofondo; in rilevato, nello strato superiore fino ad 1,0 m dal piano di sottofondo. (2) Strati posti a più di 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione.		

### *Numero di prove di controllo*

Salvo documentate prescrizioni del Direttore dei Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in **Tabella E.3**.

Tabella E.3	Frequenza dei controlli sugli strati finiti					
	Tipo di prova	RILEVATO		SOTTOFONDO		
		Primi 5.000 m <sup>3</sup>	Ulteriori m <sup>3</sup>	Primi 5.000 m <sup>2</sup>	Ulteriori m <sup>2</sup>	Superficie m <sup>2</sup>
Densità	una prova ogni 500-1.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 3000-5.000 m <sup>3</sup>	una prova ogni 350-500 m <sup>2</sup>	una prova ogni 1000 m <sup>2</sup>	-	
Modulo Ev <sub>2</sub> ; Ev <sub>2</sub> /Ev <sub>1</sub>	una prova ogni 1.000-1500 m <sup>3</sup>	una prova ogni 5000 m <sup>3</sup>	-	-	una prova ogni 1000 -2000 m <sup>2</sup>	
Modulo E <sub>vd</sub> (LFWD)	una prova ogni 100-150 m <sup>3</sup>	una prova ogni 500 m <sup>3</sup>			una prova ogni 200-400 m <sup>2</sup>	

### *Tolleranze sui risultati*

Per ciascun tipo di prova di controllo, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella Tabella E.2.

Negli altri casi si può accettare che su 5 risultati d'una stessa prova di controllo una possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento di tali valori non ecceda:

- il 5%, per le misure di densità secca gs;
- il 10%, per le misure di portanza (modulo Ev<sub>1</sub>; Ev<sub>2</sub> o altra grandezza).

### *Tolleranze di esecuzione dei piani di progetto*

L'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione sui piani finiti:

- ± 2% per la pendenza delle scarpate di trincea e di rilevato;
- ± 3 cm, per i piani di sottofondo;
- ± 5 cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;
- ± 10 cm, per i piani delle scarpate, sia nel caso vengano rivestite con terra vegetale, sia in caso contrario.

La misura delle tolleranze va eseguita mediante regolo di 4 m di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati.

I controlli di esecuzione sono effettuati di norma:

- ogni 500 m<sup>2</sup>, per le scarpate ed i piani di appoggio degli strati di sottofondo
- ogni 200 m<sup>2</sup>, per i piani di posa della pavimentazione.

### *Sistemazione superficiale*

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI-CNR 10006), , con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità ( $D_{60}/D_{10}$ ) maggiore o uguale a 7.

### *Controllo scavi*

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la D.L., in contraddittorio con l'impresa, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

#### a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

#### Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :

- ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla D.L..

#### b) Prove in sito

#### Terre :

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

#### Rocce :

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

## **Art. 10      Demolizioni**

### **Art. 10.1 )      Demolizioni Murature e fabbricati**

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

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

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

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

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

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

In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

**Art. 10.2 ) Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso**

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso per l'intero spessore o per parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

La pulizia del piano di scarifica dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali si potrà eseguire la demolizione della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e, nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

**Art. 11                      Calcestruzzi**

*Normativa di riferimento*

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).
- del D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- del D.M. 9 gennaio 1996 " Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);
- del D.M. 16 gennaio 1996 " Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente " Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente " Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);
- DM Infrastrutture del 14/01/2008 e Circolare 02 Febbraio 2009 n. 617/C.S.LL.PP.;

Gli elaborati di progetto, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (cantine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.



La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### **Art. 11.1 Classificazione dei conglomerati cementizi**

Il calcestruzzo è un materiale composito che si ottiene per miscelazione di cemento, aggregati ed acqua e per successivo indurimento della pasta cementizia. Oltre a questi componenti il calcestruzzo può contenere additivi ed aggiunte. I componenti della miscela dovranno avere le caratteristiche già descritte.

Il calcestruzzo preconfezionato dovrà rispondere nel suo processo produttivo, nel trasporto e nella posa in opera alle direttive riportate nelle "Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato" emanate dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici del 02/2002.

#### **Art. 11.1.1 ) composizione delle miscele**

Il calcestruzzo va specificato dal progettista come **miscela progettata** con riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita). I dati fondamentali per gli impasti a prestazione garantita, indicati in tutti i casi nella relazione sui materiali facente parte del progetto esecutivo, comprendono:

- 1. Classe di resistenza;**
- 2. Massima dimensione nominale degli aggregati;**
- 3. Tipo di struttura** (semplice, armata o precompressa);
- 4. Classe di esposizione ambientale**
- 5. Lavorabilità**

**La classe di resistenza** del calcestruzzo (**Tabella 4.2**) è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150mm di lato ( $R_{ck}$ ) o cilindri di diametro 150mm e altezza 300mm ( $f_{ck}$ ).

**Tabella 4.2**

Classe di resistenza	$f_{ck}$ ( $N/mm^2$ )	$R_{ck}$ ( $N/mm^2$ )	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	non strutturale
C12/15	12	15	

C 16/20	16	20	ordinario
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Per la determinazione della resistenza a compressione si farà riferimento alle Norme UNI 6126, 6127, 6130, 6132 ed alle prescrizioni del DM Infrastrutture 14/01/2008.

La **classe di esposizione ambientale** di ciascun elemento strutturale sarà di norma specificata seguendo le indicazioni delle "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" emanate dal S.T.C. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (**Tabella4.3**).

**Tabella 4.3**

Denominazione	Descrizione dell'ambiente di esposizione
X0 - Nessun rischio di corrosione	
X0	Molto secco
XC - Corrosione indotta da carbonatazione	
XC1	Secco
XC2	Bagnato raramente secco
XC3	Umidità moderata
XC4	Cicli di bagnamento e di essiccamento
XD - Corrosione indotta dai cloruri	
XD1	Umidità moderata
XD2	Bagnato raramente secco
XD3	Cicli di bagnamento e di essiccamento

XS - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare	
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare
XS2	Sommerso
XS3	Nella zona delle maree, nella zona degli spruzzi
XF - Attacco da cicli di gelo disgelo	
XF1	Grado moderato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF2	Grado moderato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XF3	Grado elevato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF4	Grado elevato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XA - Attacco chimico	
XA1	Aggressività debole
XA2	Aggressività moderata
XA3	Aggressività forte

Nel caso in cui gli elaborati progettuali specifichino la classe di esposizione ambientale secondo le specifiche della Norma UNI 9858, il collegamento con le presenti Norme Tecniche può essere effettuato secondo quanto riportato nella **Tabella 4.4**.

**Tabella 4.4**

Ambiente d'esposizione secondo UNI 9858		Classi di esposizione
Secco / Molto secco	1	X0
Umido senza gelo	2a	XC1; XC2
Debolmente aggressivo	5a	XC3; XD1; XA1
Umido con gelo	2b	XF1
Marino senza gelo	4a	XS1; XD2
Moderatamente aggressivo	5b	XA2; XC4
Umido con gelo e sali disgelanti	3	XF2

Marino con gelo	4b	XF3
Fortemente aggressivo	5c	XD3; XS2; XS3; XF4; XA3

In relazione alla classe di esposizione prescritta, il calcestruzzo dovrà soddisfare ai seguenti requisiti<sup>7</sup>:

- classe di esposizione XC:

**Tabella 4.5**

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Classe di resistenza
XC1	0.60	280	C25/30
XC2	0.60	280	C25/30
XC3	0.55	300	C30/37
XC4	0.50	320	C30/37

- classe di esposizione XD:

**Tabella 4.6**

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Classe di resistenza
XD1	0.55	300	C30/37
XD2	0.50	320	C30/37
XD3	0.45	350	C35/45

- classe di esposizione XS:

**Tabella 4.7**

<sup>7</sup> La classe di resistenza prescritta nelle **Tabelle 4.4 – 4.9** si riferisce solamente a miscele confezionate con cementi di classe 32.5, e diametro massimo dell'aggregato tra 20 e 32mm

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Classe di resistenza
XS1	0.50	300	C30/37
XS2	0.45	320	C35/45
XS3	0.40	370	C35/45

- classe di esposizione XF:

**Tabella 4.8a**

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m <sup>3</sup> )	Classe di resistenza
XF1	0.55	300	C30/37
XF2	0.50	320	C30/37
XF3	0.50	320	C30/37
XF4	0.45	340	C35/45

(b)

***Per i calcestruzzi in classe di esposizione XF dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d'aria aggiunta specificato in **Tabella 4.8b**. Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela ed avere un fattore di spaziatura < 0,20mm, misurato sul calcestruzzo indurito.***

**Tabella 4.8b**

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Aria Aggiunta (%)
32	4
16	5
8	6

- **classe di esposizione XA:**

**Tabella 4.9**

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento	Classe di resistenza*
XA1	0.55	300	C30/37
XA2	0.50	320	C30/37
XA3	0.40	370	C35/45

Quando l'attacco chimico sia dovuto ai solfati, i cementi dovranno rispettare le prescrizioni della UNI 9156.

La **lavorabilità** degli impasti è valutata attraverso **misure di consistenza** del calcestruzzo fresco. Per la misura della consistenza sarà impiegato di norma il metodo dell'abbassamento al cono (UNI 9418). Se previsto negli elaborati di progetto, potranno inoltre essere richieste prestazioni basate sulla misura della consistenza attraverso la prova di spandimento (UNI 8020 - metodo B). I valori di riferimento per l'individuazione della classe di consistenza sono quelli indicati in **Tabella 4.10** e **Tabella 4.11**.

**Tabella 4.10**

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (mm)	Denominazione corrente
S1	Da 10 a 40	Umida
S2	Da 50 a 90	Plastica
S3	Da 100 a 150	Semifluida
S4	Da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

**Tabella 4.11**

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	≤ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

In mancanza di esplicite diverse indicazioni negli elaborati di progetto, le miscele, al momento del getto, devono avere un abbassamento al cono di almeno 16/20 mm (S4) o uno spandimento di almeno 420mm (FB3).

In ogni caso la classe di consistenza specificata negli elaborati di progetto, si intende riferita al momento del getto del calcestruzzo.

Il dosaggio, il tipo e la classe di **cemento** da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele. Nella scelta si dovrà tenere conto oltre che della resistenza richiesta, del suo sviluppo nel tempo, e delle esigenze legate alla durabilità (classe di esposizione ambientale), anche della velocità di sviluppo della resistenza, e del calore di idratazione. **In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 280 kg/m<sup>3</sup>.**

**L'assortimento granulometrico** delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno tre classi granulometriche diverse. La granulometria dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste sia allo stato fresco che indurito. La curva granulometrica scelta per ciascuna miscela dovrà essere comunicata prima dell'inizio dei getti alla Direzione Lavori che provvederà a verificarne la costanza.

La **massima dimensione nominale degli aggregati** dovrà essere indicata negli elaborati di progetto, nel rispetto delle indicazioni riportate al punto 5.4 della Norma UNI 9858 e delle vigenti disposizioni di legge.

Il **rapporto acqua-cemento** (a/c) delle miscele sarà stabilito in modo da garantire la durabilità del calcestruzzo, il raggiungimento della resistenza richiesta dagli elaborati progettuali e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele, sia allo stato fresco che indurito.

Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta. Pertanto bisognerà tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia essa in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in

base ai valori di assorbimento determinati in fase di qualificazione, secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a.

#### **Art. 11.2 Accettazione delle miscele**

La composizione della miscela (acqua, cemento, aggregati, additivi ed aggiunte) deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali richieste, e di minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design). Tale studio si articolerà in due fasi comprendendo una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto delle miscele all'impianto di produzione.

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, presenterà alla Direzione Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali. Tale studio sarà eseguito presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego. (valutazione preliminare della resistenza prevista dal D.M. 14/01/2008- capitolo 11)

Lo studio di composizione presentato non dovrà essere più vecchio di un anno. Per ognuna delle miscele proposte per l'impiego dovrà essere indicato almeno:

il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo;

tipo, classe e dosaggio di cemento;

la quantità d'acqua utilizzata;

il rapporto a/c (con aggregati in condizioni saturi a superficie asciutta);

la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;

i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati;

tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;

in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa nell'impasto fresco;

classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile;

la massa volumica del calcestruzzo fresco;

la lavorabilità delle miscele;

le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.



Potrà inoltre essere prevista la preparazione di provini per la determinazione di qualsiasi altra caratteristica del calcestruzzo richiesta dagli elaborati progettuali.

**La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed eventualmente all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascuna miscela.**

La qualifica si intenderà positivamente superata quando:

- la resistenza caratteristica misurata sul calcestruzzo all'impianto di produzione risulti superiore a quella prevista per la miscela in prova;
- il valore dell'abbassamento al cono sia conforme alla classe di consistenza dichiarata;
- il rapporto a/c determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 6393, non superi di 0.04 quello dichiarato nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio.

Nel caso sia previsto il pompaggio delle miscele, gli impasti prodotti dovranno possedere idonee proprietà reologiche, di modo che il getto avvenga mantenendo il valore prestabilito del rapporto a/c. (vedi linee guida sul calcestruzzo preconfezionato)

L'approvazione delle miscele da parte della Direzione Lavori non libera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti. La qualifica delle miscele dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta verranno a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento.

**Prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori.**

### **Art. 11.3 Confezionamento e trasporto delle miscele**

#### **Art. 11.3.1 ) Confezionamento delle miscele**

Nel confezionamento delle miscele si deve fare riferimento a quanto riportato nel documento emanato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato" del 02/2002.

#### **Art. 11.3.2 ) Trasporto delle miscele**

Il trasporto del calcestruzzo, dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego, ed il suo scarico, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

*Comunque nel trasporto delle miscele si deve fare riferimento a quanto riportato nel documento emanato dal Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato" del 02/2002.*

In particolare se il trasporto avviene con autobetoniera essa in caso di attesa dello scarico deve rimanere costantemente in movimento.

In linea di massima salvo che non si impieghino additivi ritardanti il calcestruzzo dovrà essere messo in opera entro 2 h dal momento in cui è stata introdotta l'acqua nella miscela (corrispondente all'ora di carico dell'autobetoniera ).

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto (DDT) sul quale saranno indicati:

- numero di serie
- denominazione dell'impianto di betonaggio
- identificazione dell'autobetoniera;
- nome del cliente;
- denominazione ed indirizzo del cantiere;
- la data e le ore di carico, l'ora di consegna convenuta e la durata prevista per le operazioni di getto;
- quantità (m<sup>3</sup>) di calcestruzzo fornito;
- la classe di resistenza;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di consistenza;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- il tipo, la classe e, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c;
- il dosaggio ed il tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

A richiesta, il personale dell'Impresa dovrà esibire detti documenti agli incaricati della Direzione Lavori. L'Impresa dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato.

Inoltre ai sensi del D.M. 14/01/2008 i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica.

Forniture non conformi a tutto quanto sopra esposto verranno rifiutate.

#### **Art. 11.4 Additivi e disarmanti**

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

**Art. 11.5 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi**

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica,, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 14/01/2008).

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura nei calcoli statici delle opere, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$ ,
- durabilità delle opere (UNI 8981),
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520),
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi,
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032)

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver

esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di  $\pm 10\%$  dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto previsto ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della D.L. dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla D.L., essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206.

#### **Art. 11.6      Controlli in corso d'opera**

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

**Art. 11.7      Controllo della lavorabilità in corso d'opera**

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm secondo la Norma UNI EN 12350, tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.

Il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

**Art. 11.8      Controllo del rapporto acqua/cemento**

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI EN 1097-6, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

**Art. 11.9      Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio**

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

**Art. 11.10      Controllo del contenuto d'aria**

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante.

Essa verrà eseguita con il metodo UNI EN 12350-7.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste nella Norma UNI 9858.

**Art. 11.11 Posa in opera delle miscele**

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita dopo aver preparato accuratamente le casseforme, gli scavi da riempire ed i piani di posa e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, sono eseguiti in conformità alle disposizioni degli elaborati progettuali.

***I getti, che dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto, potranno essere iniziati solo dopo la verifica delle casseforme, degli scavi, e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.***

***Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione (pompe, tubo getto) . A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la compattazione.***

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare 1m.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli necessari a raggiungere la compattazione ottimale delle miscele. La vibrazione del calcestruzzo deve proseguire fino a che praticamente cessi la fuoriuscita di bolle d'aria ma senza provocare segregazione.

Le superfici esterne devono presentarsi lisce, compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti da macchie o chiazze. Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0.5cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati. Queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

L'Impresa potrà adottare per la cassetta il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione ed omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di poter effettuare la ripresa, la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata e scalfita fino a

diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze; in caso contrario l'impresa dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua. Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a. La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di +5°C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di +5°C.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di -5°C.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente testati durante la fase di qualifica delle miscele.

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza di acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tale accorgimento è a carico dell'impresa.

#### **Art. 11.12 Stagionatura e protezione del calcestruzzo**

Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Le durate, in giorni, di stagionatura protetta per conseguire una adeguata impermeabilità della zona corticale delle strutture sono riportati nella **Tabella 4.12**.

**Tabella 4.12**

Velocità di sviluppo della resistenza del	Rapido	Medio	Lento
---	--------	-------	-------

calcestruzzo									
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
<i>Condizioni ambientali durante la stagionatura:</i>	giorni di stagionatura protetta								
Non esposto ad insolazione diretta; UR ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, UR ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento intensa, UR ≤ 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo può essere desunta dalla **Tabella 4.13**.

**Tabella 4.13**

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe del cemento
Rapida	< 0,5	42,5 R
Media	0,5 - 0,6	42,5 R
	< 0,5	32,5 R - 42,5 R
Lenta	In tutti gli altri casi	

Le durate di stagionatura riportate in **Tabella 4.12** dovranno essere adeguatamente aumentate nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto a severe condizioni di abrasione o per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

***Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.***

Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20°C. Gradienti termici inferiori potranno essere specificati nel progetto.

***La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte. Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.***

Qualora la stagionatura non sia effettuata come sopra riportato la D.L. potrà anche ordinare la rimozione dell'opera e la sua ricostruzione a carico dell'impresa.



**Art. 11.13      Prevenzione delle fessure dal ritiro plastico**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m<sup>3</sup>.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la D.L. potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

#### **Art. 11.14 Posa in opera in climi freddi o caldi**

##### *Posa in opera in climi freddi*

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 1.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innestate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

##### *Posa in opera in climi caldi*

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla D.L..

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206.

#### **Art. 11.15 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari –**

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di

adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

**Art. 11.16 Riprese di getto**

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

**Art. 11.17 Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cem.**

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (butile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliciche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

Per la formazione dei fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce dell'Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a regola d'arte.

#### **Art. 11.18 Posa di armatura metallica**

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle " Nuove norme tecniche per le costruzioni " (D.M. Infrstrutture 14/01/2008) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

#### **Art. 11.19 Disarmo**

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 14/01/2008.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La D.L. potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

#### **Art. 11.20 Controllo e penalità**

***La Direzione Lavori esegue controlli in corso d'opera per verificare la conformità dei materiali e degli impasti impiegati alle prescrizioni normative. In particolare verrà controllata la resistenza caratteristica a compressione  $R_{ck}$  sulla base di quanto previsto dal DM 14/01/2008.***

Ai fini del controllo di accettazione, i prelievi, la confezione dei cubetti, la loro stagionatura dovranno essere eseguiti nel rispetto delle norme UNI vigenti. Per ogni prelievo verrà redatto un verbale sottoscritto anche dal personale delegato dal produttore ai controlli al momento della consegna del calcestruzzo chiamato ad assistere al prelievo.

**Controlli sulla resistenza caratteristica a compressione (Rck):**

***Il controllo di accettazione previsto dal DM 14/01/08 è assolutamente obbligatorio ed il collaudatore è tenuto a controllarne l' idoneità.***

***L'impresa, prima dell'esecuzione di un qualsiasi getto, deve mettere a disposizione della Direzione Lavori appositi contenitori per consentire, in qualsiasi momento ritenuto opportuno dalla D.L., il prelievo dei cubetti da sottoporre a prove di schiacciamento.***

***Per la preparazione e la stagionatura dei provini vale quanto indicato nella UNI 6127. Per la forma e le dimensioni dei provini di calcestruzzo e le relative casseforme, vale quanto indicato nelle norme UNI 6130-1 e UNI 6130-2 limitatamente ai provini per le prove di resistenza a compressione.***

***Il prelievo dei campioni di calcestruzzo fresco per il controllo di accettazione va eseguito a cura e spese dell'impresa alla presenza del direttore lavori o di un tecnico di sua fiducia. Il direttore dei lavori dovrà inoltre curare mediante sigle, etichettature indelebili ecc che i provini inviati per le prove ai laboratori ufficiali siano effettivamente quelli prelevati alla sua presenza o del tecnico di sua fiducia.***

***In relazione al quantitativo di miscela omogenea da gettare sarà effettuato un controllo di accettazione di tipo A o di tipo B (DM14/01/08– capitolo 11)***

L'opera o la parte di opera non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente rimossa dal direttore dei lavori, il quale deve procedere a spese dell'impresa, ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine non distruttivi. Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definito anche come valore attuale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi. È accettabile un valor medio, misurato con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformato in resistenza cubica, non inferiore all'80% di Rcm.

Qualora gli ulteriori controlli confermino i risultati ottenuti, si dovrà procedere ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

**Il calcestruzzo verrà allora contabilizzato proporzionalmente al valore della resistenza caratteristica trovata.**

Nel caso in cui con il valore della Rck risultante dai controlli non fossero verificati i calcoli statici, la Direzione Lavori potrà, in alternativa:

- dequalificare l'opera;

- fare eseguire lavori di adeguamento, preventivamente approvati dal Progettista;
- chiedere all'Impresa di demolire e ricostruire la parte di opera risultata difettosa.

Tutti gli oneri per eventuali interventi di adeguamento, demolizione e ricostruzione sono a carico dell'Impresa.

## **Art. 12 Casseformi**

### *Generalità*

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

Inoltre l'impresa è obbligata tassativamente ad utilizzare in prossimità di angoli sia verticali che orizzontali oppure in prossimità del coronamento del getto, smussi / angolari in PVC di adeguate dimensioni al fine di evitare il getto con angolo " vivo ".

## ***Art. 13 Acciaio per c.a.***

### *Generalità*

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabiliti dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'Art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e quindi al D.M. Infrastrutture 14/01/08.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dallo stesso D.M. Infrastrutture 14/01/08.

### **Art. 13.1 Acciaio per c.a.**

Il peso del tondo 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 giunte non ordinate. Il peso del ferro 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 U.N.I.

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.

### **Art. 13.2      Controlli in cantiere**

Le forniture di acciaio per c.a. vanno comunicate con congruo preavviso alla D.L. (almeno 24 h) che ne deve tempestivamente accertare la conformità agli elaborati progettuali, prima della loro messa in opera. Ad ogni partita, accompagnata da documento di trasporto deve essere allegata la certificazione della ferriera di provenienza sui cui deve essere apposta la dicitura "materiale consegnato presso il cantiere di .... il giorno ....." .

Partite relative a ferriere diverse devono essere mantenute separate per consentire le operazioni di campionatura per i controlli previsti dalle vigenti leggi.

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico, in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del DPR n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto.

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

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli di cui al punto precedente. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

I saggi destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove ed in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

Le presenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture.

L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effettuati i controlli di cui al punto precedente.

In quest'ultimo caso la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea documentazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate dal DM 14/01/2008.

Effettuato un prelievo di 3 saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 30 t, ed appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, i corrispondenti valori minimi di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,2)}$ .

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.

Nel caso che anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche come di seguito indicato.

Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno 10 saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a 10, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello

stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, bobina o fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio di cui all'art.59 del DPR n.380/2001, i corrispondenti valori medi  $g_{mn}$  di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,2)}$ .

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura  $f_{pt}$ :

$$g_{mn} \geq 1,03 f_{ptk}$$

$$s_n \leq 0,05 f_{ptk}$$

- per le grandezze  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,2)}$ :

$g_{mn} \geq 1,04 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,2)k})$

$s_n \leq 0,07 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,2)k})$

i valori del modulo di elasticità longitudinale  $E_p$  sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del  $\pm 5\%$

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni di cui al punto 11.2.3.5.3 si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

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

### **Art. 13.3 Reti in barre di acciaio elettrosaldate**

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/2/92 e successivi aggiornamenti.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto "Controlli in corso d'opera".

## ***Art. 14 Pali***

### **Classificazione**

a) Pali di medio e grande diametro

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

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

riempimento a gravità;

### **Definizione**

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

### **Normative di riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;

Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988

Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984

DM Infrastrutture 14/01/2008

Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

#### **Art. 14.1 Preparazione del piano di lavoro**

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota metà cordolo di collegamento e procederà successivamente alla scapitozzatura del palo per una profondità pari a  $\frac{1}{2}$  dell'altezza del cordolo.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

#### **Art. 14.2 Soggezioni geotecniche e ambientali**

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che

possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \dots H/3$$

dove:

$\dots$  = peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

### **Art. 14.3 Prove tecnologiche preliminari**

La scelta delle attrezzature di scavo e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla DL.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del 1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali

per opera, e comunque secondo le prescrizioni della DL; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso, sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

#### **Art. 14.4 Materiali**

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

#### **Armature metalliche**

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

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

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7,5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

**Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 7 cm.**

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

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

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

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali; orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto 4.3, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro  $d \geq 700$  mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

### **Conglomerato cementizio**

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

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



Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2,5 \geq i_{min}$  dove  $i_{min}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

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

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica ( $R_{bk}$ ) così come indicato in progetto.

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

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno " slump S 4 " al cono di Abrams (UNI EN 206) compreso fra 16 e 20 cm.

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

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

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

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

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l'intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a 15 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d < 800$  mm e di 20 m<sup>3</sup>/ora per pali di diametro  $d \geq 800$  mm.

**Il getto dovrà essere eseguito con impiego di tubo getto** al fine di evitare la disgregazione degli inerti e il franamento della parte del foro. Durante il getto e nella fase del ritiro del tubo, l'estremità dello stesso deve essere sempre affogata nel getto per minimo 2 m.

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

#### **Art. 14.5 Pali trivellati**

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.



#### **Art. 14.7 Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

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

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

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

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

#### **Art. 14.9 Prove su pali di grande diametro**

Prove di carico assiali

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

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

$-P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$  per  $D \leq 100$  cm e  $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$  per  $D > 100$  cm

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

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

#### **Attrezzatura e dispositivi di prova**

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

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

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;

l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

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

$$M \geq 1,2 \cdot P_{\text{prova}} / g = 0,12 P_{\text{prova}}$$

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

In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo.

Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

### **Preparazione della prova**

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

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

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

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

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

L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti ( $h_{\min.} = 1,5$  m).

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

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

### **Programma di carico**

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

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

#### 1° CICLO

a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico  $P_{ES}$ .

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

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

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

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

$$\delta s \leq 0,025 \text{ mm.}$$

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

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

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a:

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

## 2° CICLO

a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ ).

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

c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è minore di  $P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità  $3 \delta P$ ) con misure a:

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

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

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 2$  cedimento ( $P_{lim} - \delta P$ )
- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 0,10$  diametri.

#### **Risultati della prova**

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

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

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

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

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

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere ("verbale")).

diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio; diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;

- numero di identificazione e caratteristiche nominali del palo (lunghezza, diametro);



- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

#### **Art. 14.10 Prove di carico su pali strumentali**

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

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

#### **Attrezzature e dispositivi di prova**

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

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

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

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

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

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

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

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

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

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

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

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

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

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

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

In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20÷30 mm e precisione dello 0,2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

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

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

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

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

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

L'uscita dei cavi dalla testa del palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

### **Preparazione ed esecuzione della prova**

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto "Preparazione della prova" e seguenti.

### **Prove di carico laterale**

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

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

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

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

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

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

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

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

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

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

#### **Art. 14.11 Prove non distruttive**

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

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;

scavi attorno al fusto del palo.

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

#### **Prove geofisiche**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Carotaggio continuo meccanico**

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

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

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

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

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

### **Scavi attorno al fusto del palo**

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 – 5,0 m di palo.

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

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

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

### **Art.14.12 Specifica di controllo**

#### **Art. 14.12.1 ) Generalità**

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

D.M. 9/01/1996;

D.M. 11/03/1988;

AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);

Norme UNI EN 206;

DIN – 4150;

D. M. 16/01/96.

L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1" 1/2.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

#### **Art. 14.12.2 ) Pali trivellati**

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 2.3.3 del presente Capitolato.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Nel caso si venga ad impiegare un rivestimento di acciaio si dovrà verificare che questo presenti le caratteristiche così come indicato in progetto e nel presente Capitolato (punti 2.3.2 e 3.2.5).

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto 3.2.3.1.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 3.2.1), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso;
- i risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

## **Art. 15    *Ponti e viadotti***

### *Generalità*

L'oggetto della presente sezione riguarda le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono.

L'argomento della sezione tratta la realizzazione dei :

Spalle e pile ( vedere sezione calcestruzzi )

Impalcato acciaio corten

## **Art. 15.1      Ponti e viadotti**

### **Art. 15.1.1 )    Prescrizioni ed oneri generali**

Il piano di sollevamento/varo, che, come prescritto, dovrà essere stato già definito in sede di progetto dell'impalcato, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Impresa, dovrà essere trasmesso al Coordinatore per l'Esecuzione ed al Direttore dei lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio per la sua approvazione.

Il piano dovrà essere corredato con l'elenco e le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera che l'Impresa prevede di utilizzare.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs 81/2008 e succ. modif e integraz., ecc.)

Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura e spese dell'Impresa.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni. In fase di redazione dei disegni di officina porre attenzione ai punti di potenziale ristagno d'acqua prevedendo appositi fori per lo scarico.

Sarà cura dell'Impresa eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standards qualitativi prefissati.

Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste.

Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 n° 1086 dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

**Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento ed al contenimento della stessa o, in**



**alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.**

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

**Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.**

**Art. 15.1.2 ) Prescrizioni tecniche particolari**

a) Strutture portanti in acciaio

Il funzionamento statico o le sollecitazioni agenti sulle singole strutture in dipendenza delle modalità e delle diverse fasi di montaggio dovranno essere state considerate dall'Impresa all'atto della progettazione dell'opera.

Nella relazione di calcolo dovranno quindi essere indicate le modalità di montaggio ed il funzionamento statico nelle diverse condizioni.

b) Approvvigionamento materiali

I materiali impiegati per la costruzione delle strutture dovranno rispondere alle prescrizioni contenute nella sezione " Materiali - Acciaio" del presente Capitolato.

In ogni caso i materiali dovranno, come minimo, corrispondere ed essere qualificati e/o controllati in conformità alle disposizioni di cui alle " Nuove norme tecniche per le costruzioni" (D.M. Infrstrutture 14/01/2008).

Per quanto concerne le differenti tipologie di giunzioni, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

**Art. 15.1.3 ) Saldatura**

La saldatura dell' acciaio dovrà avvenire con uno dei procedimenti all' arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. Il Direttore dei lavori può autorizzare un procedimento diverso purchè sostenuto da adeguata documentazione scientifica e sperimentale.

Per la saldature si dovrà utilizzare elettrodi a rivestimento basico tipo E 52 Classe 4B o equivalente procedimento semiautomatico omologato secondo la norma UNI EN 1418:1999.

I saldatori nei procedimenti manuali o semiautomatici dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo, tale qualificazione dovrà essere trasmessa con congruo anticipo al DL.

I lembi da saldare saranno preparati secondo UNI – 11 001

Le saldature saranno sottoposte a controlli distruttivi e non distruttivi per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100% saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei lavori prima dell'inizio dei lavori di saldatura.

Il costruttore degli elementi da realizzare deve inoltre essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4, il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento, controllo e saldatura deve corrispondere ai requisiti elencati al punto 11.3.4.5 del DM Infrastrutture 14/01/2008, tutta la documentazione deve essere trasmessa con congruo anticipo al Direttore dei Lavori.

Non possono essere iniziati i lavori di officina senza l'autorizzazione del Direttore dei Lavori.

#### **Art. 15.1.4 ) Bullonatura**

L'accoppiamento foro-bullone dovrà essere di precisione.

Il diametro dei fori è pari a quello nominale del bullone aumentato di 1 mm per bulloni sino ad M22 compreso e di 1.5 mm per quelli di diametro superiore.

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati nella norma UNI EN 1993-1-8:2005.

La forza di trazione (Ns) nel gambo della vite dovrà essere pari a:

$N_s = 0.8 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (per bulloni non soggetti a taglio)

$N_s = 0.7 \cdot f_{kn} \cdot A_{res}$  (i bulloni soggetti a taglio) dove  $A_{res}$  è l'area della sezione resistente della vite ed  $f_{kn}$  la tensione di snervamento su provetta.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del  $\pm 5\%$ .

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60% di quella prescritta, il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'esterno.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

**Art. 15.1.5 ) Montaggio**

Non possono essere iniziati i lavori di montaggio e varo dei conci senza l' autorizzazione del DL.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente e assolutamente vietato l' uso della fiamma.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza le superfici a contatto verranno sabbiate Sa 2.5 e quindi protette con pellicola adesiva che verrà rimossa al momento dell'installazione dei bulloni, entro lo stesso giorno del serraggio.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, l'Impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;  
per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

## **Art. 15.2 Impermeabilizzazione**

### **GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE**

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

#### **Modalità di posa in opera**

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

#### metodo di posa n° 1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m<sup>2</sup>, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta;

#### metodo di posa n° 2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m<sup>2</sup> verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m<sup>2</sup> di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

#### **Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione**

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

#### **Primer di adesione al supporto**

Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. 358-363 K); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500 g/m<sup>2</sup>.

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 293 K ( $\pm 5$  K).

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298 K, dovrà essere compresa tra 20 e 25 s (primer con 50 % di residuo secco).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

#### **Massa bituminosa della guaina**

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P.e A.:  $\geq 423$  K;
- punto di rottura Frass: 258 K;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20 - 30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

#### **Armatura delle guaine**

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche riportate nel punto 2.5.4 della sezione "movimenti terra" del presente Capitolato.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| - peso (UNI 5114)  | $> 300 \text{ g/m}^2$  |
| - resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI EN ISO 13934-1) | $\geq 18 \text{ kN/m}$ |
| - allungamento (UNI EN ISO 13934-1)                              | $> 60\%$               |
| - lacerazione (UNI EN 29073-4)                                   | $\geq 0,5 \text{ kN}$  |
| - punzonamento (UNI 8279/14)                                     | $\geq 3 \text{ bar}$   |

- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

### **Guaina preformata**

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0, 5 mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI EN 1849):

guaina di spessore non minore di 5 mm	> 5,500 kg
guaina di spessore non minore di 4 mm	≥ 4,500 kg

- resistenza a trazione (UNI EN 12311):

longitudinale	≥ 18 kN/m
trasversale	> 16 kN/m

- resistenza alla lacerazione (UNI EN 12310):

longitudinale	0,16 kN
trasversale	0,17 kN

- punzonamento statico (UNI EN12730)

classe di resistenza/carico sopportato su sfera Ø 10 mm

- su supporto rigido	Ps4 > 25 kg
- su supporto non rigido	Ps4/ > 25 kg

- flessibilità a freddo su mandrino (UNI EN 1109) 263 K
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI EN 1928) > 100 kPa

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

### **Art. 15.3                   Apparecchi d'appoggio**

#### **Materiali**

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

- a) Acciaio laminato: Sarà della classe Fe37, Fe 43 o Fe52 - grado D delle norme UNI EN 10025
- b) Acciaio fuso a getti: Sarà della classe FeG520 delle norme UNI 3158-1977.
- c) Acciaio inossidabile.

Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-19EN 10088-2.

Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a  $60^{\circ}\text{C} \pm 2$ , senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.

La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità Ra  $0,1\mu$  (UNI 3963).

- d) Elastomeri



Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.

Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione,  $\geq 10\text{N/mm}^2$  [ $100\text{ Kg/cm}^2$ ] (UNI 6065);
- allungamento a rottura,  $\geq 300\%$  (UNI 6065);
- deformazione permanente a compressione (UNI 4913), (50%;24h;70°C)  $\leq 20\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI EN ISO 868:1999).

e) Politetrafluoroetilene (PTFE).

Per le superfici di scorrimento.

Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.

Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:

- densità:  $2,13 \div 2,23\text{ g/cm}^3$ ;
- resistenza a trazione (23°C),  $\geq 24\text{ N/mm}^2$  [ $240\text{ Kg/cm}^2$ ];
- allungamento a rottura (23°C)  $\geq 300\%$ ;
- durezza Shore (come da UNI EN ISO 868:1999).

f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.

Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.

Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35°C.

Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:

- penetrazione su campione rimaneggiato, 240 ÷ 295 dmm (DIN 51804);
- punto di congelamento, ≤ -50°C (DIN 51556);
- essudazione (Bleeding) 24h a 150°C, ≤ 3% (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).

### **Altri materiali**

L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, da quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:

- documentazione da parte dell'Impresa delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
  - proposte da parte dell'Impresa di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione del committente,
  - in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.
- Prove sui materiali

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico a cura e spese dell'Impresa secondo le norme di accettazione riportate nei punti 2.3.1 e 2.3.1.1.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione.

Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla Direzione Lavori.

### **Fabbricazione**

#### 1. Acciaio inossidabile.

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al successivo punto 5, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

*Superfici di scorrimento orizzontale.*

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensioni	Spessore minimo della lastra di acciaio
Fino a 600 mm	2,5 mm
più di 600 mm	3,0 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

*Superfici curve.*

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

2 PTFE.

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede, sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensioni max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente

fino a 600 mm	4,5 mm	mm 2,0 ± 0,2
600 ÷ 1200 mm	5,0 mm	mm 2,5 ± 0,2
oltre 1200 mm	6,0 mm	mm 3,0 ± 0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue :

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2 ± 0,2 fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a mm 2 ± 0,2.

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 kg per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

a) *Pressioni ammissibili.*

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 30 N/mm<sup>2</sup> [300 kg/cm<sup>2</sup>];
- con carico massimo, 45 N/mm<sup>2</sup> [450 kg/cm<sup>2</sup>];

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di 60 N/mm<sup>2</sup> [600 kg/cm<sup>2</sup>], se i carichi non agiscono in modo permanente.

In caso contrario verranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti, 17 N/mm<sup>2</sup> [170 kg/cm<sup>2</sup>];
- con carico massimo 25 N/mm<sup>2</sup> [250 kg/cm<sup>2</sup>]

b) *Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.*

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento.

Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

### 3. Coefficiente d'attrito

L'Impresa dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a -30°C e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione).

### 4. Parti in composizione saldata.

La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 9 gennaio 1996.

Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

### 5. Protezione anticorrosiva.

Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nel punto "verniciature" del presente Capitolato.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fino al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.

### 6. Antipolvere

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio.

I fermi e i contrassegni degli appoggi, di cui ai punti 3 e 4 dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

## **Assemblaggio**

### 1. Collegamenti provvisori.

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera.

A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

### 2. Pre-regolazione.

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Impresa al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli precedentemente prescritti dalla Direzione Lavori.

### 3. Contrassegni.

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome dell'Impresa;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

### 4. Riferimenti.

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento.

In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale.

Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

## **Posa in opera**

### 1. Verifica delle sedi predisposte.

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Impresa dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Impresa se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio.

Tale ripristino sarà a carico dell'Impresa per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza, per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Impresa alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Impresa ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

### 2. Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e sovrastanti con perni inbullonati ed inghisati in fori già predisposti nei baggioli di appoggio.

È a carico dell'Impresa la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti.

In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

In casi particolari il collegamento sarà realizzato saldando l'apparecchio a contropiastre annegate nelle strutture.

In ogni caso il collegamento dovrà soddisfare i requisiti specificati nella distinta allegata.

Il metodo proposto dall'Impresa sarà sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori, la quale potrà eventualmente richiedere l'effettuazione preventiva di prove sperimentali a carico dell'Impresa.

Le lavorazioni approvate dalla Direzione Lavori saranno compensate con appositi prezzi da indicare nell'offerta.

Qualora le condizioni atmosferiche siano tali da richiedere, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, sistemi di riscaldamento, verrà riconosciuto un apposito sovrapprezzo.

## **Art. 15.4 Ritegni antisismici**

### **Requisiti generali**

I ritegni, laddove previsti dal progetto approvato, dovranno consentire la realizzazione di un sistema di vincoli "rigidi" provvisori atti ad impedire durante l'evento sismico i movimenti relativi nella struttura in punti prestabiliti.

Essi si distinguono in:

- tipo fisso: realizza essenzialmente una cerniera sferica (rotazione intorno a 3 assi) con capacità di assorbire azioni sia longitudinali che trasversali;
- tipo mobile: consente gli spostamenti longitudinali derivanti da azioni applicate in modo pressochè statico e capace, invece, di assorbire le azioni impulsive sia longitudinali che trasversali; esso risulta costituito essenzialmente da un cilindro in cui, portato da uno stelo passante, alloggia un pistone a tenuta che crea due distinte camere riempite con olio idraulico resistente all'invecchiamento e con esclusione di qualsiasi altro tipo di fluido

I ritegni antisismici dovranno essere costruiti in conformità alle norme tecniche previste dal D.M. 09/01/996, dalle relative istruzioni, dalla circolare del Ministero dei Lavori Pubblici del 31/10/1986 e dalle successive modificazioni nonchè dalle norme CNR 10011 e la circolare n° 2357 del Min. LL. PP..

I dispositivi antisismici dovranno essere muniti di una targhetta metallica di identificazione sulla quale dovranno essere riportati:

- nome del fabbricante e anno di produzione;
- modello;
- massima spinta assorbibile;
- entità della corsa dell'apparecchio mobile con un riscontro di riferimento per verifica di funzionamento in corso di esercizio.

### **Protezione delle parti metalliche**

Gli apparecchi dovranno essere provvisti di un rivestimento protettivo sulle superfici soggette ad aggressione chimica e fotochimica.

### **Posa in opera**

Il collegamento dei dispositivi di ritegno con l'impalcato e le sottostrutture dovrà essere realizzato in modo che sia garantita la possibilità di una agevole ispezione, relativa manutenzione (verniciatura) ed eventuale sostituzione che dovrà avvenire senza dover sollevare l'impalcato e senza alcuna limitazione all'esercizio.



Il ritegno tipo fisso dovrà essere sostituibile con un sollevamento massimo dell'impalcato di 40 mm.

#### **Art. 15.5 Ammortizzatori antisismici**

Si distinguono le due tipologie:

- Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso;
- Ammortizzatori antisismici in acciaio.

Dovranno essere conformi alla Circ. 2357 del Min. LL. PP..

#### **Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso**

Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore.

Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

#### **Ammortizzatori antisismici in acciaio**

Saranno costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, etc.).

L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro,, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, nonché di tutte le altre operazioni necessarie alla posa in opera, il tutto a sua cura e spese.

#### **Art. 15.6 Giunti di dilatazione**

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta.

L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto.

Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, ecc.

I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n 34233 del 25-2-1991.

Sulla base di tali dati l'Ente si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte.

Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzinaggio e guardiania degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
  - trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
  - tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
    - l'adattamento dei casseri;
    - le cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
    - la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
  - qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione Lavori.
- Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento.

L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

**Art. 15.7      Dispositivi per lo smaltimento delle acque dagli impalcati delle opere d'arte –**

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Impresa in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. Infrastrutture 14/01/2008.

Per lo smaltimento delle acque piovane dall' impalcato verranno realizzate delle caditoie a bocca di lupo incassate nel marciapiede, mediate l' uso di tubi in pvc del diametro compreso tra 100 e 160 mm tali acque verranno postate al piano di campagna.

I tubi in pvc saranno ancorati alle pile mediante tasselli fischer e idonei collari in acciaio zincato.

I relativi oneri saranno compensati coi corrispondenti prezzi di elenco.

## **Art. 15.8 Specifiche di controllo**

### **Art. 15.8.1 ) Disposizioni generali**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Impresa è obbligata comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

Le opere in oggetto sono costituite da:

- manufatti realizzati in conglomerato cementizio, posti in opera in particolari condizioni e con accorgimenti peculiari;
- opere finite accessorie (pali, pozzi di fondazione; etc.);
- manufatti realizzati in strutture metalliche particolare e/o specifici di questo tipo di realizzazioni.

Per i controlli di alcune classi di lavoro, si farà riferimento alle corrispondenti sezioni del presente Capitolato; per le lavorazioni, i materiali, le parti d'impianto, la posa in opera, non compresi nelle specifiche di cui sopra si farà riferimento, ad integrazione delle citate specifiche, alle prescrizioni contenute nei successivi paragrafi.

### **Art. 15.8.2 ) Spalle, pile, impalcato**

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "calcestruzzi" del presente Capitolato.

**Art. 15.8.3 ) Impalcati e opere accessorie e complementari in acciaio**

Questa tipologia di opere comprende sia le strutture portanti che i bulloni e i chiodi necessari per l'accoppiamento delle varie parti.

**Art. 15.8.4 ) Caratteristiche dei materiali**

Per le opere in oggetto si utilizzeranno tutti i materiali Indicati nelle specifiche di progetto, e nel Capitolato di Costruzione.

Questi materiali debbono soddisfare i requisiti richiesti nella Normativa Tecnica "per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche", di cui al D.M. 09/01/96, nonché quanto indicato nei corrispondenti punti della presente sezione.

L'Impresa deve quindi provvedere all'approvvigionamento dei suddetti materiali presso fornitori qualificati ed in grado di fornire gli stessi in accordo alle norme e specifiche sopra citate.

I materiali forniti debbono essere corredati dalla apposita certificazione richiesta nelle norme citate, o da certificati di prove di laboratorio sui lotti di materiale fornito, in alternativa ai precedenti, come di seguito dettagliato.

**Art. 15.8.5 ) Controlli sui materiali**

Il controllo della rispondenza dei materiali alle prescrizioni del contratto è demandato al fornitore.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredati di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. 09/01/96 ed alle norme UNI qui di seguito citate:

a) profilati, piatti, larghi piatti e lamiere: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati, ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle prove meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

- UNI EN 10025- per le caratteristiche meccaniche e di disossidazione;
- UNI 7937 per il coefficiente di strizione;
- UNI EN 10160 per il controllo ultrasonoro.

b) materiali vari per elementi non saldati: lamiere strigliate; grigliati.

La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI EN 10025.

c) bulloneria: ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme:

- UNI 3740 e UNI EN 10083, per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI 3740 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20 °C.

Le prove non distruttive saranno eseguite su un campione pari al 5% del lotto sottoposto a collaudo.

Le prove distruttive saranno effettuate su un campione pari al 1 % del lotto.

La frequenza delle prove per i materiali in acciaio sarà la seguente:

- prodotti qualificati secondo D.M. 09/01/96, 3 serie di prove ogni 60 t, provenienti da una stessa colata;
- prodotti non qualificati: prove ultrasoniche lungo la superficie dei pezzi oltre alle prove meccaniche e chimiche in accordo alle norme, da eseguire in ragione di 3 serie per ogni 20 t, provenienti dalla stessa colata.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire è quello fissato dalle norme citate.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla D.L..

#### **Art. 15.8.6 ) Controlli in costruzione per impalcati**

Controlli preliminari all'inizio delle lavorazioni

L'Impresa deve, sulla base del progetto e delle prescrizioni tecniche sulla lavorazione ed il montaggio:

- redigere un piano di lavorazione sulla base del progetto esecutivo e del Capitolato di Costruzione,
- definire, per le travate a maglie triangolari, le modalità di assemblaggio del cassone;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione del fondo del cassone.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.  
Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

Controlli in fase di costruzione

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:

### Controlli dimensionali e di posizionamento

Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.

(i)

Controlli sulle saldature

Le saldature dovranno essere effettuate con le modalità prescritte al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato.

La loro esecuzione deve essere comunque progettata, programmata ed effettuata in accordo alla seguente normativa:

Norme generali del D.M. 26/02/1936;

Norme tecniche del D.M. 09/01/1996;

Legge 1086 del 5/11/1971.

Il piano di controllo delle saldature dovrà rispettare le specifiche del presente Capitolato e del progettista, e potrà seguire le seguenti indicazioni:

- piena e travi principali di altezza ridotta, le saldature di testa dovranno essere radiografate al 100 %;
- longitudinali di testa nella lamiera di fondo del cassone;
- trasversali di testa nella lamiera di fondo del cassone e nelle relative nervature longitudinali, se realizzate in corrispondenza delle travi trasversali sottostanti;
- conci terminali di travi a parete piena a via inferiore, qualora sia prevista una riduzione di altezza delle stesse in prossimità degli appoggi;

Essi non potranno comunque essere inferiori ad un controllo radiografico sul 20% delle saldature ed ad ultrasuoni sul restante 80%.

### Controllo sul serraggio dei bulloni

Il serraggio dei bulloni dovrà essere effettuato con le modalità operative illustrate al punto 2.2.c della presente sezione del Capitolato.

Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:

- Si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- Si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°;

- Si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10 % dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

### **Controllo delle frecce d'inflexione e corretta posa in opera dei manufatti.**

Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con controfrecce di montaggio.

Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.

### **Art. 15.9 ) Controlli in fase di assemblaggio e posa in opera**

*Pile e spalle per viadotti*

Per quanto riguarda i controlli per la loro realizzazione, in opera e fuori opera si dovrà fare riferimento alla specifica "calcestruzzi" del presente Capitolato.

#### *Apparecchi di appoggio –*

Premesso che gli apparecchi di appoggio ed i coprigiunti dovranno essere del tipo omologato ed approvato dalla committente, la presente procedura di controllo farà riferimento alla documentazione di tipo contrattuale nonché a tutta la documentazione di progetto quale disegni, specifiche tecniche ecc.

#### *Controlli degli apparecchi d'appoggio*

Si controllare, in sede di posa in opera, che ogni apparecchio fornito sia dotato della documentazione di verifica e controllo del produttore.

Le verifiche di posa in opera, sdraino effettuate dall'Impresa, in contraddittorio con la D.L., per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte.

I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:

- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;
- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

#### *Impermeabilizzazione -*

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Impresa dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel Capitolato ed a quanto riportato nel successivo punto.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla D.L. prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

#### *Prove di accettazione*

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000 m<sup>2</sup> di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera.



Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

#### *Controlli in posa e opera*

Durante le fasi di posa in opera che avverrà secondo le indicazioni riportate nella presente sezione del Capitolato, si dovranno effettuare i controlli di seguito riportati.

Gli esiti e le certificazioni di queste verifiche dovranno essere riportati in apposito registro,

#### *Manti in guaine bituminose preformate armate*

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori della membrana.

#### **Art. 15.10            Predalles**

##### *GENERALITA'*

Per questo tipo di opere si deve far riferimento a quanto riportato nel D.M. del 14/01/2008 paragrafo 11.8.

Tutti gli elementi prefabbricati devono essere dotati di marcatura CE secondo le disposizioni del DPR 246 del 21/04/1993 e realizzati secondo la norma CEN EN 13747:2005 "prodotti prefabbricati di calcestruzzo – lastre per solai".

Gli elementi costruttivi prefabbricati devono essere prodotti attraverso un processo di industrializzazione attraverso un sistema permanente di controllo della produzione che deve assicurare il mantenimento di un adeguato livello di affidabilità nella produzione del calcestruzzo, nell'impiego dei singoli materiali costituenti e nella conformità del prodotto finito.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrindende il processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000.

Devono essere prodotti esclusivamente:

- SERIE DICHIARATA
- SERIE CONTROLLATA

In conformità a quanto riportato nel DM Infrastrutture 14/01/2008 paragrafo 11.8 "componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ".

Ogni elemento prefabbricato prodotto in serie, deve essere appositamente contrassegnato da marchiatura fissa, indelebile o comunque non rimovibile, in modo da garantire la rintracciabilità del produttore e lo stabilimento di produzione, nonché individuare la serie di origine dell' elemento.

#### *MATERIALI*

Calcestruzzo lastra C 40/50

Acciaio soletta e traliccio B 450 C

Rete elettrosaldata interna B 450 A

Copriferro cm. 2.5 superficie inferiore lastra

Dimensione max aggregato 20 mm.

#### *TIPOLOGIA*

Lastra tralicciata di larghezza pari a cm. 120 e spessore cm. 6 lunghezza ed armature secondo le indicazioni riportate negli elaborati progettuali, con superficie inferiore a " faccia vista " e spigoli smussati

Sono previste per la realizzazione dell' opera predaless TIPO A/B/C

#### *CONTROLLI*

Il Direttore dei lavori è obbligato a rifiutare le eventuali forniture non conformi ai requisiti di legge e alle disposizioni progettuali.

Ogni fornitura in cantiere di elementi costruttivi prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono indicate le procedure relative alle operazioni di trasporto e montaggio degli elementi prefabbricati, ai sensi dell'art. 58 del DPR n. 380/2001

Il produttore degli elementi prefabbricati deve altresì fornire al Direttore dei lavori gli elaborati ( disegni, particolari costruttivi, ecc.ecc. ) firmati dal Progettista e dal Direttore Tecnico della produzione, secondo le rispettive competenze, contenenti istruzioni per il corretto impiego dei singoli manufatti.

### **Art. 16    *Fondazioni e Pavimentazioni***

#### *Generalità*

In linea generale, salvo diversa disposizione della D.L., la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2.5 %.

Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la D.L., in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la D.L., in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La D.L. potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso altri Laboratori Ufficiali.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

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

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

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4,50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purchè questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'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.

Di norma la pavimentazione stradale sul ponte deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il ponte è inserito.

Pertanto, in linea di massima, nel caso di sovrastrutture di tipo "flessibile", salvo casi particolari, sul ponte devono proseguire gli strati superiori di pavimentazione in conglomerato bituminoso. L'anzidetta pavimentazione deve presentare pendenza trasversale minima non inferiore al 2%.

Il conglomerato bituminoso deve presentare una percentuale di vuoti particolarmente bassa onde ridurre i pericoli di permeazione e saturazione d'acqua nella pavimentazione, facilitate dalla presenza della sottostante impermeabilizzazione, aventi idonee caratteristiche tecniche costruttive.

## **Art. 16.1 Strati di fondazione in misto stabilizzato a cemento**

### *Generalità*

#### **16.1.1 Campo prova**

L'Impresa è tenuta a realizzare (per ciò mettendo a disposizione della Direzione Lavori personale e mezzi adeguati) una sperimentazione in vera grandezza (campo prova), allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di addensamento e/o portanza) prescritte.

La sperimentazione in vera grandezza deve riguardare ogni approvvigionamento omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale.

Il progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall'Impresa e approvato dalla Direzione Lavori.

L'onere economico della sperimentazione in campo prove è compreso nel prezzo d'appalto e, quindi, cade a carico dell'Impresa. Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato: in questo caso dopo la sperimentazione è fatto obbligo all'Impresa di demolire le sole parti del manufatto non accettabili rispetto alle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

La sperimentazione va completata prima di avviare l'esecuzione dei rilevati, per essere di conferma e di riferimento al programma dettagliato dei movimenti di materia e alle modalità delle lavorazioni; in ogni caso, se applicata a materiali diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera. Analogamente la sperimentazione va ripetuta in caso di variazione del parco macchine o delle modalità esecutive.

A titolo orientativo, per quanto attiene alle modalità operative che dovranno essere dettagliate nel progetto presentato dall'Impresa per l'approvazione alla Direzione Lavori, si segnala che:

- l'area prescelta per la prova in vera grandezza deve essere perfettamente livellata, compattata e tale da presentare caratteristiche di deformabilità analoghe a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza della stesa di prova deve risultare almeno pari a tre volte quella del rullo compattatore;
- i materiali vanno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale), provvedendo a compattarli con regolarità ed uniformità e simulando, durante tutte le fasi di lavoro, le modalità esecutive che poi saranno adottate nel corso dei lavori;

- per ciascun tipo di materiale e per ogni modalità esecutiva, occorre mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ciascuno di essi vanno eseguite le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio, dopo 4, 6, 8, passate).

Una prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve obbligatoriamente essere predisposta quando l'impiego dei materiali riciclati supera complessivamente il volume di 10000 m<sup>3</sup>; il campo prova deve essere comunque predisposto, anche per volumi inferiori di inerti da riciclo, quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difforni dai requisiti di seguito riportati per ogni specifico impiego, o quando in progetto siano state indicate tipologie di inerti da riciclo differenti da quelle effettivamente reperibili in zona.

Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$  (CNR B.U. n.146/92); le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione omogenea del manufatto, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono essere, inoltre, misurati i valori della massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n. 22/72), del contenuto d'acqua (CNR UNI 10008/63) nella porzione di materiale in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli strati finiti. Dovranno inoltre essere determinate le granulometrie dei campioni di materiale già costipato per un confronto con le granulometrie effettuate sugli stessi materiali prima della compattazione.

Le prove con piastra a doppio ciclo di carico (CNR B.U. n.146/92) consentiranno la determinazione del rapporto  $M_d'/M_d$  tra i moduli di deformazione rispettivamente al secondo ed al primo ciclo di carico. Il valore di tale rapporto potrà costituire un elemento di giudizio, da parte della Direzione Lavori, circa la qualità del costipamento ottenuto.

Nei cantieri di grande dimensione e in ogni caso in cui i controlli in corso d'opera vengano effettuati impiegando prove rapide e/o ad alto rendimento come quelle eseguite tramite il Falling Weight Deflectometer FWD (ASTM D4694/96) che consentono la determinazione del modulo elastico equivalente "E", le indagini preliminari sui rilevati sperimentali sono finalizzate anche a stabilire le necessarie correlazioni tra i valori del grado di addensamento (CNR B.U. n.69/78 e CNR B.U. n.22/72) e/o dei moduli di deformazione  $M_d$  e  $M_d'$  (CNR B.U. n.146/92) e quelli dei moduli elastici equivalenti "E" determinati tramite il Falling Weight Deflectometer.

I risultati delle prove vanno riportati in apposito Verbale redatto dalla Direzione Lavori, che ne trae le conclusioni sull'accettazione dei materiali sperimentati, delle macchine operatrici e sulle modalità di posa in opera.

#### **Art. 16.1.2 Piano particolareggiato delle lavorazioni**

In sostanziale aderenza alle previsioni di progetto, per il conseguimento delle prestazioni previste per i manufatti e per le loro singole parti, l'Impresa deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata da un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi, mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;

- le modalità di posa in opera di ciascun materiale, da verificare nel campo prova, in ordine a:
  - spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
  - attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare dei compattatori, ad assicurare le prescritte prestazioni;
  - numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti;
  - le prevalenti condizioni di umidità naturale dei materiali impiegati all'atto della posa in opera, in relazione alle quali sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;
- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità di accesso al cantiere di lavoro, piazzali di deposito provvisorio;
- eventuali integrazioni o modifiche del progetto per apertura, coltivazione e recupero ambientale delle cave di prelievo e dei siti di deposito, opere di sostegno provvisorio degli scavi, di drenaggio e di difesa dalle acque;
- le modalità di recupero ambientale, di ricopertura di realizzazione di opere in verde a protezione dei pendii dalle erosioni superficiali.

Ogni proposta di variazione del piano particolareggiato dei lavori che si rendesse utile o necessaria in corso d'opera deve essere motivatamente presentata al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminata.

La suddetta programmazione è anche condizione indispensabile per la gestione del cantiere in regime di controllo di qualità della prestazione, ai sensi delle Norme UNI EN ISO serie 9000.

**Art. 16.1.3) Requisiti delle miscele provenienti da cave di prestito**

Saranno impiegate miscele la cui curva granulometrica sia specificata in conformità alla norma UNI EN 13285, con dimensione massima  $D = 31\text{mm}$  (designazione 0/31). Le proprietà delle miscele impiegate dovranno essere conformi ai requisiti specificati in **Tabella A2** e rientrare nel fuso granulometrico riportato in **Tabella A3**.

<b>Tabella A2</b>			
<b>Requisiti delle miscele</b>			
<b>Parametro</b>	<b>Normativa</b>	<b>Valori richiesti</b>	<b>Categoria</b>
Designazione della miscela	UNI EN 13285	0/31	
Categoria granulometrica	UNI EN 13285		GO
Sopravaglio (Passante allo staccio D)	UNI EN 13285	da 85% a 99%	OC85
Contenuto massimo di fini	UNI EN 13285	$\leq 5\%$	UF5
Contenuto minimo di fini	UNI EN 13285	$\geq 2\%$	LF2

Nei casi in cui è previsto uno strato di sottofondazione (fondazione realizzata in doppio strato) lo strato inferiore sarà costituito da miscele con dimensione massima  $D = 40$  mm (designazione 0/40) che devono rientrare nel fuso granulometrico riportato in Tabella A3, mentre lo strato superiore sarà del tipo 0/31.

L'Impresa può proporre, in alternativa, l'impiego di miscele aventi categoria granulometrica diversa da quelle indicate in **Tabella A2**.

L'indice di portanza CBR (UNI EN 13286-47) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al setaccio DIN da 1") non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tali condizioni siano verificate per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

<b>Tabella A3</b>		
UNI EN 903/1	mm	FUSO D = 31 mm % Passante
Setaccio	80	
Setaccio	63	
Setaccio	45	100
Setaccio	31.5	85-99
Setaccio	16	50-78
Setaccio	8	31-60
Setaccio	4	18-46
Setaccio	2	10-35
Setaccio	1	6-26
Setaccio	0,5	2-20
Setaccio	0,063	2-5

Il possesso dei requisiti elencati nelle tabelle 2 e 3 sarà verificato dalla Direzione Lavori esaminando le registrazioni del Controllo di Produzione di Fabbrica del produttore che dovranno essere consegnate alla Direzione Lavori almeno 15 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Resta salva la facoltà del Direttore Lavori di verificare con controlli di accettazione i requisiti delle miscele dichiarati dal produttore.

**Art. 16.1.4) Accettazione della miscela proveniente da cave di prestito**

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, uno studio comprendente almeno:

- la composizione dei misti granulari che intende adottare;
- gli attestati di conformità CE;
- le registrazioni del Controllo di Produzione di Fabbrica del produttore relative all'ultimo anno;
- qualora queste non fossero disponibili, la documentazione relativa alle prove iniziali di tipo;

- la determinazione della curva di costipamento con energia Proctor Modificata (UNI EN 13286-2);
- la determinazione dell'indice di portanza CBR in condizioni di saturazione.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

l'Impresa deve inoltre indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed 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.

**Art. 16.1.5 ) Requisiti delle miscele con materiali recuperati dal cantiere**

*REQUISITI DI COMPOSIZIONE DEGLI AGGREGATI*

Gli aggregati sono gli elementi miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Il misto granulare riciclato per la formazione del misto cementato dovrà essere costituito da aggregati riciclati in possesso dei requisiti di composizione indicati nella seguente Tabella 7.1.

**Tabella 7.1**

**Requisiti di composizione degli aggregati riciclati per la formazione di misti cementati**

<b>Componenti</b>	<b>Modalità di prova</b>	<b>Limiti</b>
Contenuto di materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci	UNI EN 13285 Appendice A	> 90% in massa
Contenuto di vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Contenuto di conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	< 5% in massa
Contenuto di altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero in sottofondi e fondazioni stradali ai sensi della legislazione vigente	UNI EN 13285 Appendice A	≤5% in massa per ciascuna tipologia
Contenuto di materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume ( * );	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,1% in massa



Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica, ecc.		
Contenuto di altri materiali: metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.	UNI EN 13285 Appendice A	≤ 0,4% in massa
( * ) La massa dei materiali deperibili, gravata di un fattore amplificativo 5, deve essere assegnata alla categoria delle rocce degradabili per il rispetto dei requisiti riportati nelle seguenti <b>Tabella 7.2</b> e <b>Tabella 7.3</b> .		

#### REQUISITI FISICO-MECCANICI

*Aggregati* - Gli aggregati sono gli elementi che formano il misto granulare di base da additivare con il legante idraulico (cemento) per la realizzazione del misto cementato vengono suddivisi in aggregati grossi (trattenuti al setaccio da 4 mm UNI EN) e aggregati fini (passanti al setaccio da 4 mm UNI EN).

*Aggregato grosso* - Per gli elementi dell'aggregato grosso devono essere soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 7.2**.

Tabella 7.2

#### Requisiti dell'aggregato grosso (frazione trattenuta al setaccio da 4 mm) dei misti granulari riciclati per la formazione di misti cementati

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Perdita per abrasione "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	%	≤ 30	≤ 30	≤ 35	≤ 40
Dimensione max	UNI EN 933-1	mm	31,5	31,5	31,5	31,5
Sensibilità al gelo ( <sup>1</sup> )	UNI EN 1367-1	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Indice di forma	UNI EN 933-4	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35

Rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
( <sup>1</sup> ) In zone considerate soggette al gelo						

*Aggregato fino* - L'aggregato fino deve essere costituito da elementi che possedano le caratteristiche riportate nella seguente **Tabella 7.3**.

**Tabella 7.3**

**Requisiti dell'aggregato fine (frazione passante al setaccio da 4 mm) dei  
misti granulari riciclati per la formazione di misti cementati**

Indicatori di qualità		Unità di misura	Livello di traffico			
Parametro	Normativa		PP	P	M	L
Contenuto di rocce tenere, alterate o scistose	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Contenuto di rocce degradabili, solfatiche o reagenti con alcali del cemento	CNR BU 104/84	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Equivalente in sabbia	CNR B.U. 27/72	%	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.	N.P.	N.P.	≤ 6
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 25

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 specializzato.

#### *REQUISITI CHIMICI DEGLI AGGREGATI*

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

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

#### **Art. 16.1.6 ) Accettazione della miscela**

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione 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 dello studio di composizione effettuato.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammesse variazioni delle singole percentuali di l'aggregato grosso di  $\pm 5$  punti e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di  $\pm 0,5$ %.

#### **Art. 16.1.7 ) Leganti**

Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua.

I cementi sono costituiti da materiali differenti e di composizione statisticamente omogenea derivanti dalla qualità assicurata durante i processi di produzione e di manipolazione dei materiali.

Potranno essere impiegati i 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni conformi alla Norma UNI EN 197-1, raggruppati nelle seguenti cinque tipologie principali di cemento:

- CEM I Cemento (Portland);

- CEM II    Cemento (Portland composito);
- CEM III    Cemento (d'altoforno);
- CEM IV    Cemento (pozzolanico);
- CEM V    Cemento (composito).

La composizione di ciascuno dei 27 prodotti della famiglia dei cementi comuni dovrà risultare conforme a quanto previsto dal Prospetto 1 della stessa Norma UNI EN 197-1.

L'acqua deve essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva.

**Art. 16.1.8 )    Preparazione delle superficie di stesa**

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa deve essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

**Art. 16.1.9 )    Posa in opera della miscela**

La stesa verrà eseguita impiegando materiale e spessori risultanti dal campo prova ed accettati dalla DL. Per la stesa verrà impiegato apposito motograder.

La stesa di cemento variabile dal 2% al 4 % del peso secco del materiale sciolto, secondo le risultanze stabilite nel campo prova, si provvederà con apposito autocarro spandimento munito dei sistemi automatizzati per il controllo della quantità stesa.

La bagnatura del materiale dovrà anche essa risultare in quantità come quella utilizzata nel campo prova.

Successivamente si provvederà alla miscelazione del materiale steso con apposito macchina pulvimixer, numero di passate sarà quello stabilito nel campo prove.

La compattazione finale da eseguirsi con apposti rulli monotamburo liscio di dimensioni e numero di passate, anche esse stabilite durante la realizzazione del campo prova.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino un'elevata velocità di evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela, è necessario provvedere ad un'adeguata bagnatura delle miscele.

**Art. 16.1.10 )    Protezione superficiale dello strato finito**

Subito dopo il completamento delle operazioni di costipamento e finitura, sullo strato finito, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 kg per m<sup>2</sup> (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto stabilizzato dovrà essere protetto.

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

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

#### **Art.16.1.11) Controlli**

Il controllo della qualità dei misti e della loro posa in opera, deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti con prove in sito per determinazione modulo Md.

#### **Art. 16.1.12 ) Materiali costituenti**

Oltre ai controlli iniziali necessari per l'accettazione, anche in corso d'opera, per valutare che non abbiano a verificarsi variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei Lavori. Il controllo della qualità dei misti granulari riciclati impiegati per la formazione del misto stabilizzato deve essere effettuato con prove di laboratorio su campioni prelevati in impianto prima della miscelazione. Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei materiali interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella **Tabella 7.6** per ogni tipo di controllo da effettuare, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

**Tabella 7.6**  
**Frequenza dei controlli e requisiti delle forniture dei**  
**misti granulari riciclati per la formazione di misti cementati**

<b>Controllo</b>	<b>Frequenza</b>	<b>Requisiti</b>
Materiali componenti	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 7.1.
Aggregato grosso	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 7.2.
Aggregato fino	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 7.3
Granulometria miscela	Iniziale e per ogni lotto impiegato	Tabella 7.4

**Art. 16.1.13 ) Prelievo della quantità di cemento sparso**

Verranno effettuati deve prelievi per verificare che la quantità di cemento sparso, sia conforme a quanto stabilito dal campo prova.

Il numero e la tipologia dei controlli da effettuare sul misto stabilizzato al momento della posa in opera è riportato nella **Tabella 7.7**, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

**Tabella 7.7**  
**Frequenza dei controlli e requisiti dei misti cementati**  
**prelevati nella fase di posa in opera**

Controllo	Frequenza	Requisiti
Granulometria miscela	Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>2</sup> di stesa	Curva granulometrica di progetto

**Art. 16.1.14 Controllo sugli strati finiti**

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alle caratteristiche del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO di laboratorio e attraverso il controllo della capacità portante.

A compattazione ultimata dovranno essere effettuati controlli della massa volumica del secco in sito effettuando le misure secondo la Norma (CNR B.U. n. 22/72).

I valori dei gradi di addensamento rilevati dovranno rispettare i limiti riportati nella **Tabella 7.8**. in almeno il 95% delle determinazioni effettuate.

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito siano non inferiori a quelle previste nel Progetto delle sovrastrutture e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto indicato al §7.3. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione.

A tale scopo, sono ammesse sia prove puntuali (prove di carico con piastra secondo la Norma CNR B.U. n. 146/92) sia prove ad elevato rendimento eseguite con il Falling Weight Deflectometer (ASTM D4694/96) per la determinazione del modulo elastico equivalente "E". Sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico su piastra, rilievo delle deflessioni con Falling Weight Deflectometer), sia prove effettuate sullo strato ricoperto (con Falling Weight Deflectometer).

In ogni caso i valori dei moduli di deformazione  $M_d$  valutati al primo ciclo di carico nell'intervallo tra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup> secondo la Norma CNR B.U. n.146/1992, rilevati in un tempo compreso tra 3 e 12 ore dal termine della compattazione, non potranno essere inferiori ai valori limite riportati nella **Tabella 7.8**, o ai limiti indicati in Progetto quando questi ultimi siano superiori.

I valori dei moduli elastici equivalenti "E" ricavati con il Falling Weight Deflectometer da rilievi effettuati dopo 7 giorni o dopo 60 giorni dalla posa in opera non potranno essere inferiori ai valori limite riportati nella **Tabella 7.8**, o ai valori indicati nel Progetto quando questi ultimi siano superiori.

Le superfici finite devono risultare perfettamente piane, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004) disposto secondo due direzioni ortogonali.

Lo spessore medio dello strato finito deve essere quello previsto nel Progetto, con una tolleranza del 5% purché tale differenza si presenti solo nel 20% dei rilievi effettuati.

Salvo documentata diversa prescrizione della Direzione Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in **Tabella 7.8**.

**Tabella 7.8**  
**Frequenza dei controlli e requisiti prestazionali degli strati di misto cementato realizzati con misti granulari riciclati**

Controllo	Traffico				Frequenza
	PP	P	M	L	
<b>Grado di addensamento</b> $\gamma_d/\gamma_{dmax, laboratorio}$ [%]	≥ 98 % AASHO Mod.				Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>2</sup> di stesa
<b>Modulo di deformazione</b> $M_d$ [N/mm <sup>2</sup> ] <small>(da prova con piastra tra 3 e 12 ore dalla compattazione)</small>	≥ 150	≥ 150	≥ 120	≥ 120	Giornaliera oppure ogni 1000 m <sup>2</sup> di stesa
	(o della prestazione prevista in progetto)				
<b>Modulo elastico equiv.</b> $E$ [N/mm <sup>2</sup> ] ( * ) <small>(da rilievi con FWD dopo 7 o 60 giorni dalla compattazione)</small>	7 gg. ≥ 2000 60 gg. ≥ 3000	7 gg. ≥ 1600 60 gg. ≥ 2500	7 gg. ≥ 1300 60 gg. ≥ 2000	7 gg. ≥ 1000 60 gg. ≥ 1500	Ogni 50 m di fascia stesa
	(o della prestazione prevista in progetto)				
<b>Spessore a mezzo di carotaggi</b>	spessore di progetto	spessore di progetto	spessore di progetto	spessore di progetto	Ogni 100 m di fascia stesa

<b>Regolarità dei piani con regolo da 4 m (scostamento)</b>	< 10 mm dai piani di progetto	< 10 mm dai piani di progetto	< 10 mm dai piani di progetto	< 10 mm dai piani di progetto	Ogni 50 m di fascia stesa
<p>( * ) Per rilievi effettuati tra 7 e 60 giorni dalla posa in opera è ammessa l'interpolazione dei valori limite indicati per i moduli elastici equivalenti "E".</p>					

**Art. 16.1.15 ) Penalità**

A compattazione ultimata la densità del secco in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento ( $\gamma_{smax}$ ) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma (CNR 22/72).

Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

del 10 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;

del 20 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 93 e 95 % del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità in sito ed 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. In caso contrario, se il trattenuto al crivello UNI 25 mm è inferiore al 20%, si può effettuare il controllo previa correzione del peso di volume del secco in sito, per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

P<sub>d</sub> : Peso secco totale del materiale prelevato

V : Volume totale occupato in sito

P'<sub>d</sub> : Peso secco della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

V' = P'<sub>d</sub> /  $\gamma_s$  : Volume della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

$\gamma_s$  : Peso specifico della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

Il valore del modulo dinamico Md nell'intervallo compreso fra 0.15 e 0.25 N/mm<sup>2</sup> non dovrà essere minore di 80 N/mm<sup>2</sup>.



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 4m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

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

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

Qualora non si rispetti quanto sopra esposto la D.L. può ordinare la rimozione e la ricostruzione dello strato a regola d'arte a cura e spese dell'impresa.

## **Art. 16.2 Formazione di strati in conglomerato bituminoso a caldo tradizionale**

### **Art. 16.2.1) conglomerato bituminoso per strati di usura**

#### *A) requisiti delle miscele*

Il tappeto di usura tradizionale a caldo è un conglomerato bituminoso, dosato a peso o a volume, costituito da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido e additivi.

Il tappeto di 1a categoria si caratterizza per l'impiego di aggregati grossi di natura non carbonatica aventi elevata resistenza alla frammentazione ( $LA \leq 23$ ) ed alla levigabilità ( $PSV \geq 42$ ).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura, deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nel progetto a base dell'appalto. Nel caso in cui il progetto non preveda specifiche indicazioni si potrà fare riferimento ai fusi riportati in Tabella A.5

La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa.

**Tabella A.5**

Serie setacci ISO		Usura		
	mm	Tipo 0/14	Tipo 0/12	Tipo 0/10
Setaccio	20.0	100	-	-
Setaccio	12.5	90 - 100	100	-
Setaccio	10.0	80 - 95	85 - 95	100
Setaccio	6.3	60 - 78	60 - 80	75 - 90
Setaccio	4.5	46 - 60	46 - 66	55 - 75
Setaccio	2.0	25 - 38	25 - 38	28 - 45
Setaccio	0.40	11 - 20	11 - 20	13 - 25
Setaccio	0.18	8 - 15	8 - 15	8 - 15
Setaccio	0.063	6 - 10	6 - 10	6 - 10
% di bitume		4,8 - 5,8	5,0 - 6,0	5,2 - 6,2

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Le caratteristiche richieste per il tappeto di usura sono riportate in **-Tabella A.6** ed in **-Tabella A.7**.

#### *B) accettazione delle miscele*

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti di  $\pm 3$  delle singole percentuali dell'aggregato grosso, di  $\pm 2\%$  per l'aggregato fino (passante al setaccio ISO 4.50mm) e di  $\pm 1,5\%$  del passante al setaccio ISO 0.063mm.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,30$ .

**Tabella A.6**

<b>METODO MARSHALL</b>		
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
<i>Costipamento 75 colpi x faccia</i>		
Stabilità Marshall	KN	11
Rigidezza Marshall	KN/mm	3 – 4,5
Vuoti residui (*)	%	3 – 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 0,7
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C	N/mm <sup>2</sup>	> 70
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con $D_M$		

**Tabella A.7**

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
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
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6
Coefficiente di trazione indiretta <sup>2</sup> a 25 °C (**)	N/mm <sup>2</sup>	>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

### *C) confezionamento delle miscele*

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

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

La produzione di ciascun impianto non deve 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. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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 ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da

permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

#### *D) preparazione delle superfici di stesa*

Prima della realizzazione del tappeto di usura è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in **Tabella D.1**.

<b>EMULSIONE C 60 B 4</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>valori</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 59%	5
Contenuto lussante	UNI EN 1431	< 3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 40°C	-

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del tappeto sopra al binder) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di nuovo tappeto su quello esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 Kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 Kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

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.

### *E) posa in opera delle miscele*

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, 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 ed 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 fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del tappeto d'usura deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato con rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 12t.

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

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed 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.

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

#### *F) controlli e penalità*

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua 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.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella **Tabella F.1**.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite dal Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di

attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento DM (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91.)

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato

e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure

(quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Spessori medi ritenuti accettabili ma inferiori a quelli di progetto, verranno contabilizzati proporzionalmente allo spessore effettivamente messo in opera.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione riportata percentuale al prezzo di elenco del binder in tabella F2.

Per l'eventuale presenza di aggregati grossi di natura carbonatica, o di altri inerti con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$ , verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 0,5 b^2$$

dove b è la percentuale in peso degli inerti di natura carbonatica o di altri inerti con resistenza alla frammentazione  $LA > 23$  ed alla levigabilità  $PSV < 42$ , trattenuti al setaccio ISO 4.5mm, rispetto al peso totale degli inerti anche quelli passanti al setaccio ISO 4.50mm compreso il filler.

Per gli inerti grossi di natura non carbonatica aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1) la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per il tappeto di usura.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 6% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del tappeto di usura, riportata in **tabella F2**, pari al 3% del prezzo di elenco per ogni 1% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12% . Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'7%.

Per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di

vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta

l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Nel periodo compreso tra 6 e 12 mesi dall'ultimazione della stesa verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4. In alternativa potrà essere determinato il Coefficiente di Aderenza Trasversale (CAT) con l'apparecchiatura SCRIM (CNR 147/92).

Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,60) verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Valori del BPN (British Pendulum Number), inferiori a 45 (oppure in alternativa per valori del CAT inferiori a 0,45) comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

**Tabella F.1**

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Usura	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥ 60 CAT ≥ 0,60

**Tabella F.2- PENALITA' PER IL TAPPETO D'USURA:**



<b>1)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA % BITUME RISPETTO AL PRESCRITTO (in -)</b>	<b>DETRAZIONI SUL PREZZO</b>
5%	5,00%
10%	20,00%
> 10%	Il conglomerato bituminoso è da rimuovere
<b>2)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA POROSITA' MARSHALL RISPETTO AL PRESCRITTO (6%)</b>	<b>DETRAZIONI SUL PREZZO</b>
1	3,00%
3	9,00%
6	18,00%
> 6	Il conglomerato bituminoso è da rimuovere
<b>3)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA POROSITA' DELLA CAROTA RISPETTO AL PRESCRITTO (6%)</b>	<b>DETRAZIONI SUL PREZZO</b>
1	3,00%
3	9,00%
6	18,00%
> 6	Il conglomerato bituminoso è da rimuovere
<b>4)DIFFERENZA DEL VALORE DEL BPN RISPETTO AL PRESCRITTO</b>	<b>DETRAZIONI SUL PREZZO</b>
per ogni UNITA' IN MENO	1,00%

#### **Art. 16.2.2 ) conglomerato bituminoso tipo binder**

##### *A) requisiti delle miscele*

La miscela degli aggregati da adottarsi per il binder deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nel progetto a base dell'appalto. Nel caso in cui il progetto non preveda specifiche indicazioni si potrà fare riferimento ai fusi riportati in **Tabella A.5**

La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa **Tabella A.5**

**Tabella A.5**

Serie setacci ISO		Binder	
Numero	mm	Tipo A (0/25)	Tipo B (0/19)
Setaccio	25.0	100	100
Setaccio	20.0	82 - 100	100
Setaccio	12.5	65 - 80	80 - 100
Setaccio	10.0	55 - 70	70 - 90
Setaccio	6.3	45 - 60	50 - 70
Setaccio	4.5	39 - 52	45 - 65
Setaccio	2.0	20 - 35	25 - 42
Setaccio	0.84	15 - 24	20 - 30
Setaccio	0.40	9 - 16	13 - 23
Setaccio	0.18	5 - 10	8 - 17
Setaccio	0.063	4 - 7	4 - 8
% di bitume		4,5 - 5,5	4,5 - 5,5

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Le caratteristiche richieste per il binder sono riportate in -**Tabella A.6**- ed in -**Tabella A.7** -.

**Tabella A.6**

METODO MARSHALL		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	kN	10
Rigidità Marshall	kN/mm	3-4,5
Vuoti residui (*)	%	4 - 6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

(\*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con  $D_M$

**Tabella A.7**

METODO VOLUMETRICO		
Condizioni di prova	Unità di misura	Valori richiesti
Angolo di rotazione		$1.25^\circ \pm 0.02$
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30
Pressione verticale	Kpa	600
Diametro del provino	mm	150
Risultati richiesti		
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 - 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 - 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

(\*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con  $D_G$   
(\*\*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

### *B) accettazione delle miscele*

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti di  $\pm 3$  delle singole percentuali dell'aggregato grosso, di  $\pm 2\%$  per l'aggregato fino (passante al setaccio ISO 4.50 mm) e di  $\pm 1,5\%$  del passante al setaccio ISO 0.063 mm.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,30$ .

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle

carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

### *B) confezionamento delle miscele*

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

La produzione di ciascun impianto non deve 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. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purchè il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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 ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

### C) preparazione delle superfici di stesa

Prima della realizzazione del binder è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione di emulsioni bituminose cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4).

Le caratteristiche del materiale da impiegare sono riportate in **-Tabella D.1** .

Nel caso di nuove costruzioni (stesa del binder sopra la base ) il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>, nel caso di ricarica (stesa di binder su pavimentazione preesistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

**Tabella D.1**

<b>EMULSIONE C 60 B 4</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>valori</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 59%	5
Contenuto flussante	UNI EN 1431	< 3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 – 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 40°C	-

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.

#### *D) posa in opera*

La posa in opera del binder viene 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, 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 ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino sfalsati di almeno 20 cm rispetto a quelli dello strato sottostante e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione del binder deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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 dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed 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.

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

### *E) controlli*

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso e della sua 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.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella **Tabella F.1** .

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite da un Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento DM (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui.

Qualora la contabilizzazione sia prevista a mq x cm si procederà alla misurazione dello spessore nel modo seguente

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa. Spessori medi ritenuti accettabili ma inferiori a quelli di progetto, verranno contabilizzati proporzionalmente allo spessore effettivamente messo in opera.

Il Direttore dei Lavori potrà in alternativa alla rimozione autorizzare la stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. Per la ricarica potrà essere impiegato conglomerato tipo binder se il conguaglio >3,5 cm e il tappeto di usura non è stato ancora realizzato, altrimenti il conguagliamento dovrà essere realizzato incrementando lo spessore del sovrastante tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione

percentuale al prezzo di elenco del binder riportata in **tabella F2**.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per il tappeto di usura.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco del binder riportata in **tabella F2**.

Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all'8%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per gli inerti grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1), per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità

dell'opera.

**Tabella F.1**

<b>CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE</b>				
<b>STRATO</b>	<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO</b>	<b>FREQUENZA PROVE</b>	<b>REQUISITI DA CONTROLLARE</b>
Binder	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Binder	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Binder	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Binder	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Binder	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>2</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Binder	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Binder	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti

**Tabella F.2- PENALITA' PER IL BINDER:**

<b>1)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA % BITUME RISPETTO AL PRESCRITTO (in -)</b>	<b>DETRAZIONI SUL PREZZO</b>
5%	5,00%
10%	20,00%
> 10%	<b>Il conglomerato bituminoso è da rimuovere</b>
<b>2)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA POROSITA' MARSHALL RISPETTO AL PRESCRITTO (7%)</b>	<b>DETRAZIONI SUL PREZZO</b>
1	3,00%
3	9,00%
5	18,00%
> 5	<b>Il conglomerato bituminoso è da rimuovere</b>
<b>4)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA POROSITA' DELLA CAROTA RISPETTO AL PRESCRITTO (7%)</b>	<b>DETRAZIONI SUL PREZZO</b>



	1	3,00%
	3	9,00%
	5	18,00%
	> 5	Il conglomerato bituminoso è da rimuovere

### Art. 16.2.3 ) conglomerato bituminoso per strato di base

#### A) requisiti delle miscele

La miscela degli aggregati da adottarsi per i conglomerati per strati di base deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nel progetto a base dell'appalto. Nel caso in cui il progetto non preveda specifiche indicazioni si potrà fare riferimento al fuso riportato in **Tabella A.5**.

La percentuale di legante, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa **Tabella A.5**.

**Tabella A.5**

Serie setacci ISO		Base
	mm	Tipo 0/40
Setaccio	40.0	100
Setaccio	30.0	80 – 100
Setaccio	20.0	67 – 85
Setaccio	12.5	55 – 70
Setaccio	10.0	50 – 62
Setaccio	6.3	38 – 55
Setaccio	4.5	33 – 45
Setaccio	2.0	20 – 32
Setaccio	0.84	12 – 22
Setaccio	0.40	10 – 16
Setaccio	0.18	5 – 10
Setaccio	0.063	4 – 8
% di bitume		4,0 – 5,0

La quantità di bitume di effettivo impiego deve essere determinata mediante lo studio della miscela con il metodo Marshall (metodo di prova UNI EN 12697-34). In alternativa quando possibile si potrà utilizzare il metodo volumetrico (metodo di prova UNI EN 12697-31).

Le caratteristiche richieste per i conglomerati per strati di base sono riportate in **Tabella A.6** ed in **Tabella A.7**.

**Tabella A.6**

<b>METODO MARSHALL</b>		
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Costipamento 75 colpi x faccia		
Stabilità Marshall	KN	8
Rigidità Marshall	KN/mm	> 2,5
Vuoti residui (*)	%	4 – 6
Perdita di stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25

(\*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con  $D_M$

**Tabella A.7**

<b>METODO VOLUMETRICO</b>		
<i>Condizioni di prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valori richiesti</i>
Angolo di rotazione		$1.25^\circ \pm 0.02$
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
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua (**)	%	≤ 25

(\*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con  $D_G$   
(\*\*) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG ) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

### *B) accettazione delle miscele*

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, almeno 15 giorni prima dell'inizio della posa in opera e per ciascun impianto di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti di  $\pm 3$  delle singole percentuali dell'aggregato grosso, di  $\pm 2\%$  per l'aggregato fino (passante al setaccio ISO 4.50 mm) e di  $\pm 1,5\%$  del passante al setaccio ISO 0.063 mm.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0,30$ .

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

### *C) confezionamento delle miscele*

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

La produzione di ciascun impianto non deve 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. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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 ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 150°C e 170° C e quella del legante tra 150° C e 160° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

### *D) preparazione delle superfici di stesa*

Prima della realizzazione di uno strato di base è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche. 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 una 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 una emulsione bituminosa cationica a rottura lenta con il 55% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 55 B 5) rispondente alle specifiche indicate nella Tabella D.1 , applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m<sup>2</sup>.

**Tabella D.1**

<b>EMULSIONE BITUMINOSA C 55 B 5</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Valori richiesti</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	45+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	55+/-1%	4
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 53%	4
Contenuto flussante	UNI EN 1431	0%	-
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	120 – 180	5
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN1426	≤100 dmm	-
Punto di rammollimento	UNI EN1427	> 30°C	-

Per **mano d'attacco** si intende una emulsione bituminosa 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.

L'emulsione per mano d'attacco deve essere un'emulsione cationiche a rottura rapida con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808:2005: C 60 B 4) rispondente alle specifiche indicate nella **Tabella D.2** .

Il dosaggio varia a seconda che l'applicazione riguardi la costruzione di una nuova sovrastruttura oppure un intervento di manutenzione.

Nel caso di stesa della base in due strati il dosaggio dell'emulsione deve essere tale che il bitume residuo risulti pari a 0.30 kg/m<sup>2</sup>; nel caso di ricariche (stesa sopra conglomerato esistente) il dosaggio deve essere di 0.35 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo, nel caso di stesa su pavimentazione precedentemente fresata il dosaggio deve essere di 0.40 kg/m<sup>2</sup> di bitume residuo.

E' ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche diversamente diluite a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) ed il dosaggio siano gli stessi.

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.

**Tabella D.2**

<b>EMULSIONE C 60 B 4</b>			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>valori</i>	<i>Classe UNI EN 13808</i>
Polarità	UNI EN 1430	Positiva	2
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	40+/-1%	-
Contenuto di bitume	UNI EN 1428	60+/-1%	5
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	> 59%	5
Contenuto flussante	UNI EN 1431	< 3%	3
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	≤10%	3
Indice di rottura	UNI EN 13075-1	70 - 130	4
<i>Residuo bituminoso (per evaporazione)</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	≤100 dmm	-
Punto di rammolimento	UNI EN 1427	> 40°C	-

#### *E) posa in opera*

La posa in opera dello strato di base viene 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, 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 ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione della base deve iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati. Possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di peso non inferiore a 8 t e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

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 dello strato finito deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed 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.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione 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.

#### *F) controlli*

Il controllo della qualità del conglomerato bituminoso per strati di base e della sua 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.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella **Tabella F.1** .

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Le prove saranno eseguite dal Laboratorio della Provincia Autonoma di Bolzano o da altro Laboratorio indicato dal Committente.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono effettuate prove Marshall per la determinazione di stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34). Inoltre sui provini compattati con il metodo Marshall sono determinati la massa volumica di riferimento DM (UNI EN 12697-9), la percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8), la perdita di stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87) e la resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione, la massa volumica, la percentuale dei vuoti residui.

Se la contabilizzazione è prevista a mqx cm si determinerà pure lo spessore nel modo seguente.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base riportata in tabella F2

Con carenze superiori al 20% di spessore dello strato si procederà alla stesa di uno strato di conguagliamento (previa spruzzatura della mano di attacco) fino a raggiungere lo spessore di progetto. Per la ricarica potrà essere impiegato anche conglomerato tipo binder che non potrà comunque essere di spessore inferiore a cm 3,0; in tal senso, nei casi in cui vengano superate (con la ricarica) le quote di progetto, si dovrà procedere alla fresatura parziale dello strato di base fino a consentire un conguagliamento di spessore maggiore o uguale a cm 3,0.

Quando possibile il conguagliamento potrà essere realizzato incrementando lo spessore dei sovrastanti strati

di binder e tappeto di usura purché questo non determini difficoltà di stesa e compattazione a causa di spessore eccessivo.

Inoltre qualora la carenza dello spessore dello strato di base venga accertata a pacchetto finito e tutto il pacchetto sia dunque carente rispetto allo spessore di progetto, la D.L. potrà ordinare per il conguaglio dello spessore, a cura e spese dell'impresa l'esecuzione di uno strato di tappeto d'usura di spessore minimo 3 cm, previa fresatura per non superare le quote di progetto.

Per carenze nella quantità di bitume riscontrata verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione

percentuale al prezzo di elenco dello strato di base riportata in tabella F.2.

Per l'assenza di attivante d'adesione verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione pari al 10% del prezzo in elenco per lo strato di base.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori al 7% verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo,

una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base riportata in tabella F.2.

Per i tratti stradali con pendenza superiore al 6% il valore limite (accettabile senza detrazione) per la percentuale dei vuoti residui (sulle carote) è innalzato all' 8%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Per gli inerti grossi aventi caratteristiche non conformi a quelle richieste (rif. Tabella A.1), per l'eccesso nella quantità di bitume, per la rigidità Marshall fuori dai limiti prescritti, per percentuali di vuoti residui, sia sulla miscela sfusa che sulle carote, inferiori al valore minimo la Direzione Lavori valuta l'accettabilità del conglomerato e le detrazioni da applicare.

Le penali precedentemente indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità

dell'opera.

**Tabella F.1**

CONTROLLO DEI MATERIALI E VERIFICA PRESTAZIONALE				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI DA CONTROLLARE
Base	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.1
Base	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.2
Base	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.3
Base	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella A.4
Base	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m <sup>3</sup> di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Base	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base	Carote	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	% bitume, attivante d'adesione, % vuoti

**Tabella F.2- PENALITA' PER IL CONGLOMERATO BITUMINOSO PER STRATO DI BASE:**

1)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA % BITUME RISPETTO AL PRESCRITTO (in -)	DETRAZIONI SUL PREZZO
---	-----------------------



	5%	5,00%
	10%	20,00%
	> 10%	Il conglomerato bituminoso è da rimuovere
2)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA POROSITA' MARSHALL RISPETTO AL PRESCRITTO (7%)		DETRAZIONI SUL PREZZO
	1	3,00%
	3	9,00%
	5	18,00%
	> 5	Il conglomerato bituminoso è da rimuovere
4)DIFFERENZA DEL VALORE DELLA POROSITA' DELLA CAROTA RISPETTO AL PRESCRITTO (7%)		DETRAZIONI SUL PREZZO
	1	3,00%
	3	9,00%
	5	18,00%
	> 5	Il conglomerato bituminoso è da rimuovere

**Art. 16.2.4 Tappetino fonoassorbente**

La miscela degli aggregati deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 5.

La percentuale di legante totale, riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 6.5.

Serie crivelli e setacci U N I		Strato di Usura
Crivello	15	100
Crivello	10	70 -90
Crivello	5	40 -60
Setaccio	2	25 - 38
Setaccio	0,4	11 -20
Setaccio	0.18	8-15
Setaccio	0.075	6 - 10
% di bitume		5,5 -7,0

**TABELLA 6.5**

Per i tappeti di usura il fuso suggerito deve essere impiegato adottando spessori di progetto compresi tra 3 e 4 cm. La percentuale di argilla espansa, valutata rispetto al peso di aggregati lapidei, dovrà risultare compresa tra il 10 ed il 15%.

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 il tappeto di usura sono riportate in Tabella 6.6 ed in Tabella 6.7.

<b>METODO VOLUMETRICO</b>	<b>Strato pavimentazione</b>	
<i>Condizioni di prova</i>	Unità di misura	Usura
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
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	%	>2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm <sup>2</sup>	> 0,6
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤ 25
(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con $D_G$		
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria		

**TABELLA 6.6**

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della  $D_G$ ) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

<b>METODO MARSHALL</b>	<b>Strato oavimentazione</b>	
<i>Condizioni di prova</i>	Unità di misura	Usura
Costipamento	75 colpi xfaccia	
<i>Risultati richiesti</i>		
Stabilità Marshall	KN	11
Rigidità Marshall	KN/mm	3-4,5
Vuoti residui (*)	%	3-6
Perdita di Stabilità Marshall dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25
Resistenza a trazione indiretta a 25°C	N/mmq	> 0,7
(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con D <sub>M</sub>		

**TABELLA 6.7**

#### *A) Accettazione delle miscele*

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso di  $\pm 3$  per gli strati di usura; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino (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  $\pm 0,25$ .

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

#### *B) Confezionamento delle miscele*

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

La produzione di ciascun impianto non deve 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. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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 ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio sia del bitume che dell'additivo.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

### *C ) Preparazione delle superfici di stesa*

superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia mediante l'applicazione, con dosaggi opportuni, di emulsioni bituminose aventi caratteristiche specifiche (mano d'attacco).

Per mano d'attacco si intende una 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 Prima della realizzazione di uno strato di usura in conglomerato bituminoso è necessario preparare la l'adesione all'interfaccia.

Le caratteristiche ed 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 una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 8, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m<sup>2</sup>.

<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Cationica 60%</i>	<i>Cationica 65%</i>
Polarità	CNR 99/84		Positiva	Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40+2	35+2
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	60+2	65+2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20°C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 9	CNR 124/88	%	<8	<8
<i>Residuo bituminoso</i>				
Penetrazione a 25°C	CNR 24/71	dmm	> 70	> 70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	>40	> 40

**TABELLA 6.8**

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, in particolare per autostrade e strade extraurbane principali, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 9, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/m<sup>2</sup>.

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.

<i>Indicatore di qualità</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Modificata 70%</i>
Polarità	CNR 99/84		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	30+1
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	70+1
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0
Viscosità Engler a 20°C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 a	CNR 124/88	%	<5
<i>Residuo bituminoso</i>			

Penetrazione a 25°C	CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 65
Ritorno elastico a 25°C	EN 13398	%	> 75

**TABELLA 6.9**

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate più diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella Tabella 8 e nella Tabella 9.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori a discrezione della D.L., l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto producendo una certificazione attestante i requisiti indicati.

Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP.

#### *D ) Posa in opera delle miscele*

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, 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 striscia 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 ed 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 fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 1400 C. La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono 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.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15 t.

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

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed 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.

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

### *E ) Controlli*

La verifica delle caratteristiche acustiche delle miscele deve considerare la valutazione del coefficiente di assorbimento acustico  $\alpha$ , il quale in condizioni di incidenza normale deve garantire i seguenti valori:

$\alpha > 0,15$  per frequenze comprese tra 400/7600 Hz;

$\alpha > 0,30$  per frequenze comprese tra 800/1250 Hz;  $\alpha > 0,30$  per frequenze comprese tra 1600/2500 Hz.

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 e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 10.

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero LL.PP., l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la Pressa Giratoria.

I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana).

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (CNR 40/73); percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73); perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana - CNR 134/91).

Per lo strato di usura viene controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (CNR 106/85). Il parametro J1 a 10°C deve essere compreso tra 25 e 40 CMQ/(Kg\*s) mentre lo Jp a 40° deve essere compreso fra 14x106 e 26x106 cmq/(kg\*s).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui ed il modulo complesso E (Norma prEN 12697-26, annesso D). Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione di quest'ultima prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della densità in sito.

Per valori del modulo complesso E inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10 %, verrà applicata una detrazione dello 0,4 % del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5 %. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5 % del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Carenze superiori al 20 % dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5 % del prezzo di elenco per ogni 0,5 % di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12 %. Valori dei vuoti superiori al 12 % comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per il tappeto di usura verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma CNR 105/85. Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 60



verrà applicata una detrazione dell'1 % del prezzo di elenco per ogni unità in meno. Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

TABELLA 6.10

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO				
Controllo dei materiali e verifica prestazionale				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI
Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 2500 mc di stesa	Riferimento Tabella 1
Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 2.2
Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 3.2
Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m <sup>3</sup> di stesa	Riferimento Tabella 4
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 mq di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 mq di stesa	J1 a 10 °C compreso tra 25 e 40 cm <sup>2</sup> /(kg*s) Jp a 40°C compreso tra 14 x 10 <sup>6</sup> e 26 x 10 <sup>6</sup> cm <sup>2</sup> /(kg*s)
Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Usura	Carote x densità in sito	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia di stesa	BPN ≥60

### Art. 16.3 Demolizioni 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 massiciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

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

#### **Art. 16.4 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso**

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.

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

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 (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

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 scarifica.

Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

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

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

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

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

#### **Art. 17 Barriere di sicurezza**

##### *Riferimenti generali*

Le barriere di sicurezza stradali verranno installate lungo tratti dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo le opere d'arte o a protezione di specifiche zone, secondo le caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste.

Le zone, ai margini della carreggiata stradale, da proteggere mediante la installazione di barriere, sono quelli previsti dall'art. 3 delle istruzioni tecniche allegate al D.M. 21-06-2004

Al fine di elevare il livello di servizio delle strade 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 ed istruzioni ed ai relativi aggiornamenti:

Circolare del Ministero LL.PP. n. 2337 dell' 11-7-1987;

Decreto del Ministero LL.PP in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992 n. 223;

Circolare Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995;

Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996;

Circolare Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996;

Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996;

D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996;

Decreto del Ministero LL.PP in data 03-06-1998;

Decreto del Ministero LL.PP in data 11-06-1999;

Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000;

Decreto ministeriale 2 agosto 2001;

Decreto ministeriale 23 dicembre 2002 n° 3639;

Decreto ministeriale 21 giugno 2004.

DM Infrastrutture e Trasporti del 28 Giugno 2011

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

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

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

## **Omologazione delle barriere e dei dispositivi**

L'omologazione di qualsiasi tipo di barriera o altro dispositivo deve essere richiesta al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, con apposita domanda che deve essere corredata dai seguenti documenti in duplice copia.

a) progetto, firmato da un ingegnere iscritto all'Albo professionale, comprendente una relazione tecnica sui criteri di dimensionamento e funzionamento strutturale e sulle caratteristiche funzionali e geometriche del manufatto con sintesi delle risultanze delle prove sperimentali sostenute in funzione delle installazioni su strada.

Nella relazione sarà indicato in particolare:

nome e ragione sociale del richiedente che propone il dispositivo;

tipo e classi per le quali si richiede l'omologazione;

caratteristiche specifiche che individuano il prodotto;

caratteristiche opportunamente definite dei materiali costituenti il manufatto, i sistemi di supporto o di ancoraggio ed i rivestimenti protettivi;

modalità di installazione.

b) documentazione grafica del manufatto comprendente i disegni d'insieme e di tutti i componenti, opportunamente quotati, il trattamento delle estremità (terminali semplici) includente eventuali ancoraggi usati nelle prove.

c) certificazione delle prove sostenute sul prototipo e sui materiali che lo compongono, tali da definire la appartenenza alle classi previste dalle norme applicabili vigenti;

manuale per l'utilizzo e l'installazione del manufatto.

La domanda può essere presentata da produttori, da enti gestori delle strade, da progettisti o da società di progettazione, in forma singola o associata.

Ad omologazione avvenuta il titolare della stessa potrà autorizzare uno o più produttori certificati in qualità a costruire il dispositivo omologato.

I dispositivi, omologati o meno secondo il decreto 21.06.2004, per essere utilizzati operativamente sulle strade italiane, dovranno essere costruiti da produttori dotati di un sistema di controllo della produzione in fabbrica certificato ai sensi delle norme della serie ISO EN 9000:2000, con specifico riferimento alla produzione di barriere.

## **Modalità di prova dei dispositivi di ritenuta e criteri di giudizio ai fini dell'omologazione**

L'idoneità dei dispositivi di ritenuta, ai fini indicati all'art. 7 del DM 21.06.2004, è subordinata al superamento di prove su prototipi in scala reale, eseguite presso campi prove attrezzati dotati di

certificazione secondo le norme EN 17025, sia italiani sia di Paesi aderenti allo Spazio economico europeo.

Le modalità delle prove, il numero e le caratteristiche dei veicoli da impiegare, nonché le altre condizioni richieste per l'accettazione dovranno rispondere alle disposizioni della norma europea EN 1317 parti 1, 2, 3,4 e suoi successivi aggiornamenti.

Il campo prova autorizzato effettuerà le prove dopo aver verificato la rispondenza del prototipo installato con il progetto depositato ed al termine delle stesse rilascerà i rapporti di prova inserendo negli stessi i risultati e la loro rispondenza o meno ai valori previsti dalle suddette norme.

I criteri di giudizio da applicare ai fini del rilascio dell'omologazione corrispondono ai criteri di accettazione delle prove d'urto della norma EN 1317 parti 2, 3 e 4.

### **Classificazione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali**

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

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

### **Individuazione delle zone da proteggere**

Le zone da proteggere, definite, come previsto dal decreto ministeriale 18 febbraio 1992, n. 223, e successivi aggiornamenti e modifiche, dal progettista della sistemazione dei dispositivi di ritenuta, devono riguardare almeno:

- i margini di tutte le opere d'arte all'aperto quali ponti, viadotti, ponticelli, sovrappassi e muri di sostegno della carreggiata, indipendentemente dalla loro estensione longitudinale e dall'altezza dal piano di campagna; la protezione dovrà estendersi opportunamente oltre lo sviluppo longitudinale strettamente corrispondente all'opera sino a raggiungere punti (prima e dopo l'opera) per i quali possa essere ragionevolmente ritenuto che il comportamento delle barriere in opera sia paragonabile a quello delle barriere sottoposte a prova d'urto e comunque fino a dove cessi la sussistenza delle condizioni che richiedono la protezione;

- lo spartitraffico ove presente;

- il margine laterale stradale nelle sezioni in rilevato dove il dislivello tra il colmo dell'arginello ed il piano di campagna è maggiore o uguale a 1 m; la protezione è necessaria per tutte le scarpate aventi pendenza maggiore o uguale a 2/3. Nei casi in cui la pendenza della scarpata sia inferiore a 2/3, la necessità di protezione dipende dalla combinazione della pendenza e dell'altezza della scarpata, tenendo conto delle situazioni di potenziale pericolosità a valle della scarpata (presenza di edifici, strade, ferrovie, depositi di materiale pericoloso o simili):

- gli ostacoli fissi (frontali o laterali) che potrebbero costituire un pericolo per gli utenti della strada in caso di urto, quali pile di ponti, rocce affioranti, opere di drenaggio non attraversabili, alberature, pali di illuminazione e supporti per segnaletica non cedevoli, corsi d'acqua, ecc, ed i manufatti, quali edifici pubblici o privati, scuole, ospedali, ecc, che in caso di fuoriuscita o urto dei veicoli potrebbero subire danni comportando quindi pericolo anche per i non utenti della strada. Occorre proteggere i suddetti ostacoli e manufatti nel caso in cui non sia possibile o conveniente la loro rimozione e si trovino ad una distanza dal ciglio esterno della carreggiata, inferiore ad una opportuna distanza di sicurezza; tale distanza varia, in funzione dei seguenti parametri: velocità di progetto, volume di traffico, raggio di curvatura dell'asse stradale, pendenza della scarpata, pericolosità dell'ostacolo.

Le protezioni dovranno in ogni caso essere effettuate per una estensione almeno pari a quella indicata nel certificato di omologazione, ponendone circa due terzi prima dell'ostacolo, integrando lo stesso dispositivo con eventuali ancoraggi e con i terminali semplici indicati nel certificato di omologazione, salvo diversa prescrizione del progettista; in particolare, ove possibile, per le protezioni isolate di ostacoli fissi, all'inizio dei tratti del dispositivo di sicurezza, potranno essere utilizzate integrazioni di terminali speciali appositamente testati.

Per la protezione degli ostacoli frontali dovranno essere usati attenuatori d'urto, salvo diversa prescrizione del progettista.

### **Indice di severità degli impatti**

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

### **Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione**

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

Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo

allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione.

Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada devono essere muniti di **marcatrice CE in conformità alla norma di riferimento UNI EN 1317-5 + A1:2008.**

Detta marcatura viene apposta a seguito dell' emissione di certificato CE di conformità e di dichiarazione CE di conformità, rilasciata dal fabbricante o produttore.

L' installazione, la manutenzione e i controlli e le riparazioni dei dispositivi di ritenuta stradale sono eseguiti conformemente alle prescrizioni, alle indicazioni e alle informazioni fornite dal fabbricante o produttore nel rispetto delle pertinenti istruzioni tecniche di installazione vigenti, nel manuale per l' utilizzo e l' installazione, i cui contenuti minimi sono riportati nell' allegato 1 del DM Infrastrutture e trasporti del 28/06/2011.

La Direzione lavori è tenuta ad acquisire i rapporti delle prove al vero, effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi della serie di norme UNI EN 1317, e le modalità di esecuzione delle prove stesse, comprensivi della verifica dei materiali costituenti il prodotto con cui il dispositivo medesimo è stato sottoposto a prova ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI EN 1317-5.

#### **Contenuti minimi del manuale per l' utilizzo e l' installazione dei dispositivi di ritenuta stradale**

Il manuale contiene almeno i seguenti elementi:

- a) la denominazione del dispositivo di ritenuta stradale;
- b) il nome del laboratorio presso il quale sono state effettuate le prove ai sensi delle norme della serie UNI EN 1317 ed il codice dei rapporti di prova, compresi eventuali allegati;
- c) il nome e l'indirizzo dell'organismo notificato che ha rilasciato il certificato CE di conformità;
- d) il numero del certificato CE di conformità relativo al dispositivo;
- e) i disegni dettagliati del dispositivo e degli eventuali sistemi di ancoraggio, ove previsti in sede di esecuzione delle prove al vero ai sensi delle norme della serie UNI EN 1317, con indicazione delle tolleranze geometriche di installazione;
- f) i disegni dettagliati dei terminali di avvio, con indicazione delle tolleranze geometriche di installazione;
- g) i disegni illustranti le modalità di installazione del dispositivo in curva (con esclusione degli attenuatori d'urto e dei terminali speciali previsti nelle prove) ed il raggio minimo di curvatura;
- h) l'illustrazione, anche attraverso appositi schemi, delle fasi di installazione del dispositivo con indicazione delle corrette modalità di installazione dei componenti non simmetrici e degli eventuali ancoraggi al supporto (ove presenti);
- i) l'indicazione delle coppie di serraggio (minime o minime e massime) da applicare a tutte le unioni bullonate, presenti nel dispositivo;
- j) le caratteristiche dei materiali componenti il dispositivo di ritenuta, desumibili dalle prove effettuate ai sensi del punto 6.2.1.3 delle norme della serie UNI EN 1317 e successivi aggiornamenti;
- k) la conformazione e le caratteristiche meccaniche del supporto utilizzato per l'esecuzione delle prove ai sensi delle norme della serie UNI EN 1317 nonché le modalità di installazione del dispositivo sul supporto, adottate in occasione delle medesime prove. È necessaria la misura della

distanza del dispositivo dal bordo stradale e dall'eventuale margine esterno del supporto, nonché la presenza di eventuali dislivelli altimetrici tra il piano stradale ed il supporto stesso;

l) la sintesi dei risultati delle prove in termini almeno di: deformazioni dinamiche massime registrate nelle diverse prove, posizione laterale massima dinamica del dispositivo e del veicolo registrate nelle diverse prove, posizione laterale massima statica (ingombro statico) del dispositivo registrata nelle diverse prove

(ove disponibile);

m) l'illustrazione, anche con appositi schemi, delle fasi di smontaggio e successivo ripristino del dispositivo danneggiato a seguito di urto e del relativo supporto.

### **Criteria di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale**

Ai fini della individuazione delle modalità di esecuzione delle prove d'urto e della classificazione delle barriere di sicurezza stradale e degli altri dispositivi di ritenuta, sarà fatto esclusivo riferimento alle norme UNI EN 1317, parti 1, 2, 3 e 4.

La scelta dei dispositivi di sicurezza avverrà tenendo conto della loro destinazione ed ubicazione del tipo e delle caratteristiche della strada nonché di quelle del traffico cui la stessa sarà interessata, salvo per le barriere di cui al punto c) dell'art. 1 delle istruzioni tecniche del D.M. 21.06.2004, per le quali dovranno essere sempre usate protezioni delle classi H2, H3, H4 e comunque in conformità della vigente normativa sulla progettazione, costruzione e collaudo dei ponti stradali. Sarà in particolare controllata la compatibilità dei carichi trasmessi dalle barriere alle opere con le relative resistenze di progetto.

Per la composizione del traffico, in mancanza di indicazioni fornite dal committente, il progettista provvederà a determinarne la composizione sulla base dei dati disponibili o rilevabili sulla strada interessata (traffico giornaliero medio), ovvero di studio previsionale.

Ai fini applicativi il traffico sarà classificato in ragione dei volumi di traffico e della prevalenza dei mezzi che lo compongono, distinto nei seguenti livelli:

Tipo di traffico	TGM	% Veicoli con massa > 3,5 t
I	≤ 1000	Qualsiasi
I	> 1000	≤ 5



II	>1000	5 < n ≤ 15
III	>1000	>15

Per il TGM si intende il Traffico Giornaliero Medio annuale nei due sensi.

Ai fini applicativi le seguenti tabelle A, B, C riportano in funzione del tipo di strada, del tipo di traffico e della destinazione della barriera le classi minime dei dispositivi da applicare.

Tabella A - Barriere longitudinali

Tipo di strada	Tipo di traffico	Barriere spartitraffico	Barriere bordo laterale	Barriere bordo ponte(1)
Autostrade (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4 (2)	H2-H3 (2)	H3-H4 (2)
Strade extraurbane secondarie (C) e Strade urbane di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N2	H2
	III	H1	H1	H2

(1) Per ponti o viadotti si intendono opere di luce superiore a 10 metri; per luci minori sono equiparate al bordo laterale.

(2) La scelta tra le due classi sarà determinata dal progettista.

Queste prescrizioni sono valide per l'asse stradale e per le zone di svincolo; le pertinenze quali aree di servizio, di parcheggio o le stazioni autostradali, avranno, salvo nel caso di siti particolari, protezioni di classi N2;

Le barriere per i varchi apribili dovranno essere testate secondo quanto precisato nella norma ENV 1317-4 e possono avere classe di contenimento inferiore a quella della barriera a cui sono applicati, per non più di due livelli.

Tabella B - Attenuatori frontali

<b>Velocità imposta nel sito da proteggere</b>	<b>Classe degli attenuatori</b>
Con velocità $V \geq 130$ km/h	100
Con velocità $90 \leq V < 130$ km/h	80
Con velocità $< 90$ km/h	50

Gli attenuatori dovranno essere testati secondo la norma EN 1317-3.

Gli attenuatori si dividono in redirettivi e non-redirettivi, nel caso in cui sia probabile l'urto angolato, frontale o laterale, sarà preferibile l'uso di attenuatori redirettivi.

Particolare attenzione dovrà essere fatta alle zone di inizio barriera, in corrispondenza di una cuspide; esse andranno eseguite solo se necessarie in relazione alla morfologia del sito o degli ostacoli in esso presenti e protette in questo caso da specifici attenuatori d'urto, (salvo nelle cuspidi di rampe che vanno percorse a velocità 40 km/h). Ogniqualvolta sia possibile si preferiranno soluzioni di minore pericolosità quali letti di arresto o simili, da testare con la sola prova tipo TB11 della norma EN 1317, con ingresso frontale in asse alla fascia costituita dal letto d'arresto da testare, che potrà poi essere usato con maggiore larghezza e/o lunghezza dei minimi testati.

I terminali semplici, definiti come normali elementi iniziali e finali di una barriera di sicurezza, possono essere sostituiti o integrati alle estremità di barriere laterali con terminali speciali testati secondo UNI EN 1317-4, di tipo omologato. In questo caso, la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo tabella C.

Tabella C – Terminali speciali testati

<b>Velocità imposta nel sito da proteggere</b>	<b>Classe dei terminali</b>
Con velocità $V \geq 130$ km/h	P3
Con velocità $90 \leq V < 130$ km/h	P2

Con velocità < 90 km/h	P1
------------------------	----

Il progettista delle applicazioni dei dispositivi di sicurezza di cui all'art. 2 del D.M. 223/92 nel prevedere la protezione dei punti previsti nell'art. 3 definirà le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare secondo quanto indicato nelle presenti istruzioni e in particolare la tipologia, la classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro, ecc., tenendo conto della loro congruenza con, il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti.

Le barriere di sicurezza dovranno avere la lunghezza minima di cui all'art. 3, escludendo dal computo della stessa i terminali semplici o speciali, sia in ingresso che in uscita.

Laddove non sia possibile installare un dispositivo con una lunghezza minima pari a quella effettivamente testata (per esempio ponti o ponticelli aventi lunghezze in alcuni casi sensibilmente inferiori all'estensione minima del dispositivo), sarà possibile installare una estensione di dispositivo inferiore a quella effettivamente testata, provvedendo però a raggiungere la estensione minima attraverso un dispositivo diverso (per esempio testato con pali infissi nel terreno), ma di pari classe di contenimento (o di classe ridotta - H3 nel caso di affiancamento a barriere bordo ponte di classe H4) garantendo inoltre la continuità strutturale. L'estensione minima che il tratto di dispositivo «misto» dovrà raggiungere sarà costituita dalla maggiore delle lunghezze prescritte nelle omologazioni dei due tipi di dispositivo da impiegare.

Per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità.

Ove reputato necessario, il progettista potrà utilizzare dispositivi della classe superiore a quella minima indicata; parimenti potrà utilizzare, solo su strade esistenti, barriere o dispositivi di classe inferiore da quelli indicati, se le strade hanno dimensioni trasversali insufficienti, per motivi di riduzione di visibilità al sorpasso o all'arresto, per punti singolari come pile di ponte senza spazio laterale o simili. In questo ultimo caso potrà usare dispositivi in parte difformi da quelli indicati, curando in particolare la protezione dagli urti frontali su detti elementi strutturali.

Per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del

supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test; detto spazio di lavoro non sarà necessario nel caso di barriere destinate a ponti e viadotti, che siano state testate in modo da simulare al meglio le condizioni di uso reale, ponendo un vuoto laterale nella zona di prova; considerazioni analoghe varranno per i dispositivi da bordo laterale testati su bordo di rilevato e non in piano, fermo restando il rispetto delle condizioni di prova.

Il progettista dovrà inoltre curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l'adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti

tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l'adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere, ecc.

Per le strade di nuova progettazione, varrà anche quanto previsto dalle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade, approvate con il decreto ministeriale 5 novembre 2001, fermo restando quanto detto in precedenza in merito agli spazi di lavoro probabile ed ai dispositivi già testati in modo da simulare al meglio, nel funzionamento, le condizioni di uso reale.

#### **Art. 17.1      Caratteristiche delle barriere di sicurezza in acciaio**

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 ad una altezza non inferiore a cm 70 dalla pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

Le fasce saranno costituite da nastri metallici aventi: spessore minimo di mm 3, profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a mm 300, sviluppo non inferiore a mm 475, modulo di resistenza non inferiore a  $\text{cm}^3$  25.

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

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici, con profilo a C di dimensioni non inferiori a mm 80x120x80, aventi spessore non inferiore a mm 6, lunghezza non inferiore a m 1,65 per le barriere centrali e m 1,95 per quelle laterali.

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

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni.

In casi speciali, quali zone rocciose od 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 cm 32, effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue.

Il collegamento delle fasce tra loro ed i loro sostegni, con l'interposizione dei distanziatori metallici, deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i sistemi

di attacco (bulloni e piastrine copriasola) debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

I distanziatori avranno: altezza di cm 30; profondità non inferiore a cm 15; spessore minimo di m 2,5, 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 mm 45x100 e di spessore mm 4.

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 debbono 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 cm 2 ed orizzontale di più o meno cm 1.

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

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

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.

In proposito si fa presente che potrà essere richiesta dalla D.L. anche una diversa sistemazione (interramento delle testate) fermi restando i prezzi di Elenco.

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 spartitraffico 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.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

## **Art. 18 Manufatti in lamiera d'acciaio**

### **Art. 18.1 Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata –**

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, ed avere un carico unitario di rottura non minore di 340 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata a caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegature dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

L'Impresa per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, che operi in regime di assicurazione di qualità, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della legge 05/11/71 n. 1086, la seguente certificazione e documentazione:

- una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. 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 all'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, scalfitture, parti non zincate, ecc.  
Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulatione e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 kg/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore. In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

#### **Art. 18.2 Montaggio dei manufatti**

Tombini ad elementi incastrati o imbullonati

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e  $\frac{2}{3}$ ) e la profondità di mm 12,7 ( $\frac{1}{2}$  pollice); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di m 0,61 (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 del 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 appositi elementi verranno legati tra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato.

Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da m 0,30 a m 1,50 e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di m 0,40 e luce massima di m 1,75.

A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e  $\frac{1}{8}$ ).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a  $\frac{3}{4}$  di pollice ed appartenere alla classe 8.8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro, e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27.

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 impiegabili.

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

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

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e  $\frac{1}{8}$ ).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.



I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a  $\frac{3}{4}$  di pollice ed appartenere alla classe 8.8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro, e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27.

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 impiegabili.

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

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

### **Art. 18.3 Costipamento laterale e riempimento**

Il materiale di rinfianco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione "Movimenti terra" del presente Capitolato.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'adeguata ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

#### **Art. 18.4 Controlli**

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, alla presenza di un rappresentante dell'Impresa stessa, alcuni elementi componenti la fornitura.

Di tale operazione verrà redatto apposito verbale firmato dalle parti.

La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati, da eseguire a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, presso un laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce (vedi norma UNI 5742-66), nonché dell'eventuale mastice bituminoso asfaltico.

La Direzione dei Lavori si riserva 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 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di  $\text{CuSO}_4$  nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposite analisi, presso un Laboratorio ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

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 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  $\pm 5\%$ .

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.

In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Impresa.

I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di  $\pm 4\%$ .

Verrà, inoltre, verificato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Durante la posa in opera, si dovrà verificare che l'appoggio dell'elemento sia costituito da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nel punto 1.0 del presente Capitolato. Lo stato di addensamento del materiale utilizzato per il rinfiacco, verrà determinato con le stesse modalità riportate alla sezione "Movimenti di Terra" del presente Capitolato.

## ***Art. 19 Micropali***

### **Micropali**

#### *a) Micropali*

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ( $d \leq 250$  mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

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

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

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

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

L'armatura metallica può essere costituita da:

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

### **Normative di riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984

Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

### **Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

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

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

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

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

### **Perforazioni**

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

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

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

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

Questo potrà consistere in:

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

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

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

$$c_u \geq \dots H/3$$

dove:

- $\dots$  = peso di volume totale;

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

### **Tolleranze geometriche**

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

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

#### **Armatura**

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

#### **Armatura con barre di acciaio in c.a.**

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al paragrafo "Armature metalliche.

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

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

### **Armature tubolari**

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 – Fe 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

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

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

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

### **Armature con profilati in acciaio**

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quelle prescritte in progetto.

Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici.

Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12 – 14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

## Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

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

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

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a :

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

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

$$a/c \leq 0.5$$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, dovrà essere la seguente:

acqua	:	600 kg
cemento	:	1200 kg
additivi	:	10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa:

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

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

acqua	:	300 kg
cemento	:	600 kg
additivi	:	5 ÷ 10 kg
inerti	:	1100 ÷ 1300 kg

Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione

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

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



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

- portata  $\geq 10 \text{ m}^3/\text{min}$
- pressione 8 bar.

### **Formazione del fusto del micropalo**

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

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

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

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

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

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

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

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- pressione max di iniezione :  $\approx 100$  bar
- portata max :  $\approx 2$  m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto :  $\approx 60$ .

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

**Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione** Nella conduzione della perforazione ci si atterrà alle prescrizioni di cui al punto "Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione".

#### **Formazione del fusto del micropalo**

Completata la perforazione e rimossi i detriti, in accordo alle prescrizioni cui al punto "Formazione del fusto del micropalo", si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

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

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

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

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

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

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

Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

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

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

#### **Prove di carico assiale**

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

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

- $P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$
- $P_{prova} = P_{lim}$

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

### **Attrezzature e dispositivi di prova**

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

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

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

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

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi a norma di quanto definito.

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

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per il posizionamento dei micrometri.

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

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

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

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

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

### **Programma di carico**

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

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

## 1° CICLO

a) Applicazione di "**n**" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , fino a raggiungere il carico  $P_{es}$ .

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

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

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

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

$$s \leq 0,025 \text{ mm.}$$

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

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

## 2° CICLO

- a) Applicazione rapida di un carico di entità  $1/3 P_{es}$
- b) Lettura dei cedimenti a  $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$
- c) Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$
- d) Applicazione rapida di un carico di entità  $2/3 P_{es}$
- e) Lettura dei cedimenti come in "b"
- f) Scarico come in "c"
- g) Applicazione rapida di un carico di entità pari a  $P_{es}$
- h) Lettura dei cedimenti come in "b"
- i) Scarico con letture a  $t = 0, 5', 10', 15'$  e  $30'$ .

## 3° CICLO

a) Applicazione di "**m**" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ ).

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

c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è  $< P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0$ ,  $t = 5'$  e  $t = 10'$  e  $t = 15'$ . A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

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

- $s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$
- $s(P_{lim}) \geq 0,2 d + s_{el}$

ove :

$d$  = diametro del micropalo  
 $s_{el}$  = cedimento elastico del micropalo.

### **Specifica di controllo**

Per i micropali si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di preconfezionamento oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 5.3.1 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei prefori, rispetto alla quota di sottoplinto, verrà effettuato in doppio modo:

a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

b) in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;

- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico (vedi punto 5.3.1.1) e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel punto 2.6 della sezione "gallerie" del presente Capitolato.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo  $3 \text{ g/cm}^3$  il peso specifico assoluto del cemento  $2,65 \text{ g/cm}^3$  quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;

- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
  - profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
  - geometria e tipologia dell'armatura;
  - volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
  - assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
  - risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

### ***Art. 20 – Difesa idraulica del corpo stradale***

#### **Mantellate a grigliato articolato**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, armato con tondini di acciaio Fe B 32K del diametro non inferiore a 6 mm.

Gli elementi avranno superficie di circa 0,25 m<sup>2</sup> e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ma articolata, in grado di seguire eventuali assestamenti della superficie di posa.

Ciascun elemento avrà spessore di 9-10 cm e peso di 30-35 kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35÷40 % della sua superficie.

Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati.

In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura.

La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione e costipamento del piano di posa, il riempimento della cavità con terra vegetale, la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

### **Rivestimento con rete metallica**

Il rivestimento sarà realizzato mediante posa di rete metallica, del peso non inferiore a 1,400 kg/m<sup>2</sup>, formata con filo di ferro zincato del diametro di 3 mm, a maglie esagonali a doppia torsione con fissaggio alle pareti mediante barre di acciaio  $\phi=12$  mm ad aderenza migliorata del tipo Fe B 44 K in numero di almeno una ogni 4 metri quadrati, lunghe fino a m 2, ancorate in fori del diametro di 2 pollici con malta cementizia.

### **Gabbioni metallici**

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente.

I gabbioni dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto.

Preliminarmente l'impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.



Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori.

Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva.

Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0,3 e 0,4).

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

## **Tubazioni**

*Tubazioni in c. a. v.*

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, ben stagionato, ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 25$  MPa;
- spessore uniforme rapportato al diametro della tubazione;
- sezione perfettamente circolare e superfici interne lisce e prive di irregolarità;
- sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che dovrà essere sigillato in opera con malta di cemento.

Dovranno essere posti in opera su platea in conglomerato cementizio, eventualmente rinfiacati; il conglomerato per la platea ed i rinfiacchi sarà del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa.

Tra tubazione e platea dovrà essere interposto uno strato di malta dosata a  $400 \text{ Kg/m}^3$  di cemento.

### **Canalette**

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di  $34 \text{ kg/mm}^2$  e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a  $305 \text{ g/m}^2$  per faccia.

Nella posa in opera saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

### *Canalette ad embrici*

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, in elementi di  $50/40 \times 50 \times 20$  cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

#### **Rivestimento per cunette e fossi di guardia**

In elementi prefabbricati in c.a.v.

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a  $3,00 \text{ kg/m}^2$ .

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza pialla; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a  $500 \text{ kg/m}^3$  di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

#### **In muratura di pietrame**

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a  $350 \text{ kg/m}^3$  di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

### **Cordonature**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite.

Verranno 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 tipo di rivestimento per proteggere dall'erosione le sponde dipende dai materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente.

Per sponde inclinate e stabili la protezione potrà essere eseguita in scogliera, naturale o artificiale, a grossa pezzatura, gabbioni e/o materassi in pietrame.

Qualora oltre alla protezione della sponda, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, paratie, prismi in conglomerato cementizio, palificate, muri di sponda.

### **Massi di roccia**

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e il loro peso di volume dovrà essere maggiore o uguale a 25 kN/m, il peso specifico  $p$  dovrà essere maggiore o uguale a 26 kN/m ed il grado di compattezza  $C = P/p$  sarà maggiore o uguale a 0,95.

Le categorie di massi saranno le seguenti:

- Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg
- Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg
- Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg
- Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg
- Massi di V categoria: peso oltre i 4000 kg

La roccia, costituente i massi, non dovrà risultare geliva alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 16 novembre 1939 - IVII n. 2232, relativa all'accettazione delle pietre naturali da costruzione. Per l'accertamento delle caratteristiche dei massi, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio a laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10 cm, e da una serie di 8 cubi con spigoli di 3 cm; su ciascun campione si indicheranno quali sono le facce parallele al piano di giacitura in cava.

La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La Direzione Lavori ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa.

Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura e sistematicamente ripetute nel corso della fornitura stessa, secondo opportunità.

Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui sopra, l'Impresa dovrà disporre di:

- una bilancia tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bilancia sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;
- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarico delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati di appositi dinamometri tarati per la determinazione del peso di ciascun masso.

Nell'esecuzione dei lavori i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore.

Il completamente e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi che dovranno essere mano a mano completata secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

Non saranno accettata i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

### **Materassi in pietrame**

Il materasso in pietrame è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni.

Il materasso sarà realizzato da un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,00 m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,00 m a 3,00 m, il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento. Il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base.

I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.

La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle norme UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro in accordo alle norme UNI 3598, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LLPP n. 2078 del 27.8.62.

Per materassi 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.

La pezzatura varierà tra 1 e 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete.

L'indice di porosità sarà contenuto tra 0,3 e 0,4. Non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico non inferiore a 2000 kg/m<sup>3</sup>.

Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano di posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegarli fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione.

Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte.

Quindi si procederà alla operazioni di riempimento.

Ultimate tali operazioni si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli, ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni.

Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali.



Normalmente le scarpate di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno, tenendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose.

Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente.

Questa disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura.

La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

#### **Soglie di fondo**

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inderodibile nell'alveo stesso.

Saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie, e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, o si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari, quali pile di ponti o altro, nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

## ***Art. 21 Murature***

### **Murature**

Con tale denominazione si indicheranno le seguenti possibili tipologie:

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

### **Murature in mattoni**

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 1/2 cm.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

### **Murature di pietrame e malta**

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzepate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. In assenza di specifiche indicazioni progettuali la malta verrà dosata con kg 350 di cemento per ogni m<sup>3</sup> di sabbia.

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

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;

- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e 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 potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e 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 maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connesure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e 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 l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

## **Malte**

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con kg 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci con kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

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

## ***Art. 22 Manodopera, noli, trasporti***

### ***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 riescano di gradimento alla Direzione dei lavori. Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi. 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. L'Appaltatore è responsabile in rapporto all'Amministrazione dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto. Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti dell'Amministrazione.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'Appaltatore ad altre imprese:

*a)* per la fornitura di materiali;

*b)* per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dall'Amministrazione o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, l'Amministrazione medesima comunicherà all'Appaltatore e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'Appaltatore delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'Appaltatore non può opporre eccezioni all'Amministrazione, né ha titolo al risarcimento di danni.

## *NOLEGGI*

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

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I 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 stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

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

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

## *TRASPORTI*

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. I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.