

---

**committente****COMUNE DI ALPAGO**

via Roma 31  
32016 Alpagò (BL)

R.U.P.  
ing. Luca Facchin

---

**progettazione opere stradali**

**planum**

Planum Srl - via Daniele Manin, 53  
30174 Venezia-Mestre - Italia  
tel +39 041 927320  
www.planum.com - info@planum.com

**progettista**

arch. ing. Alessandro Checchin

**collaboratori**

ing. Davide Fasan  
dott. urb. Alberto Azzolina

---

**progettazione strutture**

Studio di ingegneria Cargnel  
via Feltre, 147 - 32036 Sedico (BL)  
tel +39 0437 852255  
www.studiocargnel.it - info@studiocargnel.it

**progettista**

ing. Leo Cargnel

---

**oggetto**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA  
INTERVENTI DI VALORIZZAZIONE E PROMOZIONE  
DEL COMUNE DI ALPAGO: INTERVENTO DI  
MIGLIORAMENTO DELLA VIABILITÀ COMUNALE ED  
INTERCOMUNALE PIEVE-PLOIS, III STRALCIO**

**località**

**ALPAGO (BL)**

**elaborato**

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
PARTE II: NORME TECNICHE**

**Scala -****direttore tecnico**

arch. ing. Alessandro Checchin

**0H.00**

**file**

**P22039-A-10-0H.00-CST-r00**

**commessa**

**P22039**

rev	data
0	30/05/2025   Prima emissione

rev	data
-----	------

rev	data
-----	------

redatto	verificato	approvato
ALU	DFA	ACH

redatto	verificato	approvato
---------	------------	-----------

redatto	verificato	approvato
---------	------------	-----------



## INDICE

<b>1. TITOLO I° - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....</b>	<b>5</b>
1.1 Caratteristiche generali dei materiali.....	5
1.2 CRITERI MINIMI AMBIENTALI. Norme sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione .....	5
1.2.1. C.A.M. STRADE.....	6
1.2.1.1 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione.....	7
1.2.1.2 Specifiche tecniche per il cantiere .....	8
1.2.2. C.A.M. EDILIZIA .....	8
1.2.2.1 Specifiche tecniche ambientali .....	8
1.3 Generalità, qualità e provenienza dei materiali da costruzione.....	13
1.3.1. Acqua.....	13
1.3.2. Legati idraulici. ....	13
1.3.3. Aggregati per calcestruzzi .....	14
1.3.4. Aggiunte .....	15
1.3.5. Additivi .....	15
1.3.6. Ghiaie – Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni.....	15
1.3.7. Aggregati di riciclo per rilevati e cassonetti .....	16
1.3.8. Teli di "geotessile" .....	21
1.3.9. Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione. ....	21
1.3.9.1 Sistemi di drenaggio lineare .....	21
1.3.10. Manufatti di cemento.....	22
1.3.11. Tubazioni in calcestruzzo di cemento armato .....	22
1.3.12. Tubi in materiale plastico, in p.v.c. ed in polietilene .....	24
1.3.13. Tubi in Gres ceramico .....	24
1.3.14. Prodotti in materiale plastico p.v.c. e polietilene.....	24
1.3.15. Anelli di giunzione in gomma sintetica .....	24
1.3.16. Acciaio .....	24
1.3.17. Ghisa .....	27
1.3.18. Metalli, Profilati, Trafilati, Tubi, Lamiere, Lastre .....	27
1.3.19. Bitumi - Emulsioni bituminose.....	28
1.3.20. Materiali per opere in verde.....	28
1.3.20.1 Barriere antirumore .....	29
1.3.21. Segnaletica Orizzontale.....	29

1.3.22. Segnaletica Verticale .....	30
<b>2. PROVE SUI MATERIALI .....</b>	<b>33</b>
2.1 Certificato di qualità e marcatura CE .....	33
2.2 Accertamenti preventivi. ....	34
<b>3. PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA. ....</b>	<b>34</b>
3.1 Calcestruzzo .....	34
3.1.1. Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato .....	37
3.2 Acciaio .....	38
3.3 Tubi in Calcestruzzo Armato .....	41
3.4 Materiali aridi e bitumi .....	42
<b>4. TITOLO II° - MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI .....</b>	<b>42</b>
4.1 DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E LIEVI D'OPERA .....	42
4.2 DRENAGGI .....	44
4.2.1. Drenaggi con filtro in "geotessile" .....	44
4.3 MOVIMENTI DI TERRE .....	44
4.3.1. Scavi e rialzi in genere .....	44
4.3.2. Scavi di sbancamento .....	49
4.3.3. Scavi di fondazione .....	49
4.3.4. Reinterri .....	50
4.3.5. Ripristini stradali .....	52
4.3.6. Formazione dei piani di posa dei rilevati .....	52
4.3.7. Formazione dei rilevati .....	54
4.4 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI (Normali e precompressi) .....	56
4.4.1. Generalità .....	56
4.4.2. Componenti .....	57
4.4.3. Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi .....	58
4.4.4. Confezione .....	60
4.4.5. Trasporto .....	61
4.4.6. Posa in opera .....	61
4.4.7. Vibrazione .....	62
4.4.8. Protezione dei getti .....	62
4.4.9. Regolarizzazione delle superfici del getto .....	63
4.4.10. Stagionatura e disarmo .....	63
4.4.11. Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio .....	64
4.4.12. Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc. ....	65

4.4.13. Manufatti prefabbricati prodotti in serie .....	65
4.4.14. Conglomerati cementizi preconfezionati .....	66
4.4.15. Prescrizioni particolari relative ai cementi armati ordinari .....	66
4.4.16. Prescrizioni particolari relative ai cementi armati precompressi.....	67
4.5 ARMATURE METALLICHE .....	68
4.6 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER MANUFATTI STRADALI, ELEMENTI SPECIALI, PARAPETTI ECC.....	71
4.7 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE.....	71
4.8 IMPERMEABILIZZAZIONI.....	73
4.8.1. Guaine bituminose.....	73
4.8.2. Membrane elastiche.....	74
4.9 VERNICIATURE .....	75
4.9.1. Generalità.....	75
4.9.2. Ciclo "A" .....	75
4.9.3. Ciclo "B" .....	76
4.9.4. Ciclo "C". .....	77
4.9.5. Preparazione del supporto.....	79
4.9.6. Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive.....	79
4.9.7. Prove di accettazione dei prodotti.....	80
4.10 SOVRASTRUTTURA STRADALE.....	81
4.10.1. Strati di fondazione .....	82
4.10.2. Strati bitumati.....	90
4.11 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE .....	102
4.11.1. Descrizione.....	102
4.11.2. Materiali inerti.....	102
4.11.3. Legante.....	102
4.11.4. Miscela.....	102
4.11.5. Formazione e confezione delle miscele .....	104
4.11.6. Posa in opera delle miscele .....	105
4.12 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI .....	105
4.13 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE.....	105
4.14 CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO .....	106
4.15 TUBAZIONI MANUFATTI E CAMERETTE PER OPERE IDRAULICHE .....	106
4.15.1. Tubazioni .....	106

4.15.2. Disposizioni particolari.....	110
4.15.3. Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio.....	114
4.15.4. Chiusini per camerette.....	116
4.15.5. Pozzetti di scarico delle acque stradali .....	118
4.15.6. Rivestimento interno anticorrosivo di tubazioni.....	119
4.16 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE .....	123
4.16.1. Descrizione generale.....	123
4.16.2. Normativa di riferimento.....	123
4.16.3. Caratteristiche tecniche .....	125
4.16.4. Norme tecniche di esecuzione degli impianti .....	129
4.17 TRAFFICO, SEGNALETICA, ANAGRAFICA, TOPONOMASTICA.....	134
4.17.1. Prescrizioni di categoria .....	134
4.17.2. Normativa.....	135
4.17.3. Caratteristiche della pittura catarifrangente per segnaletica orizzontale.....	135
4.17.4. Segnaletica verticale - caratteristiche tecniche e qualitative .....	137
4.17.5. Traffico, segnaletica, anagrafica, toponomastica - opere compiute .....	142
4.18 SISTEMAZIONI A VERDE .....	144
4.18.1. Prescrizioni di categoria .....	144
4.18.2. Generalità.....	144
4.18.3. Tracciamenti e picchettature .....	145
4.18.4. Terre da giardino .....	145
4.18.5. Concimi, terricciati e materiali per pacciamatura .....	145
4.18.6. Sementi per tappeti erbosi e zolle erbose.....	146
4.18.7. Verde pubblico, opere compiute.....	147
4.19 Modalità di gestione dell'impianto produttivo di conglomerato bituminoso.....	152
4.20 Temperatura di miscelazione del conglomerato bituminoso.....	152
4.21 Personale di cantiere .....	153
4.22 Macchina operatrici.....	153
4.23 Grassi ed oli lubrificanti per i veicoli utilizzati durante i lavori.....	153
4.23.1. Grassi ed oli lubrificanti: compatibilità con i veicoli di destinazione.....	153
4.23.2. Grassi ed oli biodegradabili.....	154
4.23.3. Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata .....	156
4.23.4. Requisiti degli imballaggi in plastica degli oli lubrificanti .....	156

## CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE TECNICA

### 1. TITOLO I° - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

#### 1.1 Caratteristiche generali dei materiali

Anche se di seguito non ulteriormente specificato ed anche ove venga fatto riferimento a normativa eventualmente superata, i materiali s'intendono sempre e comunque rispondenti alle leggi ed alle norme, comprese quelle UNI, vigenti, ove non esistano norme e leggi per prodotti finiti essi dovranno possedere gli attestati dell'I.C.T.E. o di analogo Istituto esterno.

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi articoli; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

**Le caratteristiche dei materiali e le modalità di lavorazione rispetteranno quanto previsto dai DM in materia di Criteri Ambientali Minimi. Si rimanda in particolare:**

- **DM 5 agosto 2024 "Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento del servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali" (CAM Strade);**
- **DM 23 giugno 2022 n.256 e sue modifiche (decreto correttivo 5 agosto 2024) "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e affidamento di lavori per interventi edilizi" (CAM Edilizia);**

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

I materiali potranno arrivare da località o fabbriche che l'impresa riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti di cui sopra e ai requisiti indicati negli elaborati di progetto compreso il presente Capitolato e necessari per la buona riuscita dei lavori.

Quando la Direzione dei Lavori abbia rifiutato una qualsiasi provvista non atta all'impiego, l'impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa impresa.

Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'impresa 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 e da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli Istituti e Laboratori che verranno indicati dalla Direzione Lavori, dovrà inoltre sostenere tutte le spese per le corrispondenti prove ed esami.

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 dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne la autenticità e la conservazione.

In caso di contestazione fra le parti, saranno riconosciuti validi i soli risultati ottenuti presso i Laboratori dichiarati ufficiali ai sensi delle vigenti leggi e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti.

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito fissati. La scelta di un tipo di materiale nei confronti di un altro, o tra i diversi tipi dello stesso materiale, sarà fatta di volta in volta in base a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori.

Rimangono salve le norme fissate dagli dal D.Lgs. n. 36 del 2023 Codice dei Contratti.

#### 1.2 CRITERI MINIMI AMBIENTALI. Norme sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

Per interventi di ordinaria manutenzione il Codice dei Contratti prevede che i Criteri Ambientali minimi di cui al Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare debbano essere "tenuti in considerazione per quanto possibile".

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel capitolato speciale di appalto, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le indicazioni contenute nel Codice dei Contratti.

L'appaltatore, sia per sé che per i propri fornitori, deve garantire che i materiali da costruzione utilizzati siano conformi al D.Lgs. 16 giugno 2017 n.106.

L'appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle «Norme tecniche per le costruzioni» approvate con il decreto del Ministro delle infrastrutture 17 gennaio 2018 (in Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018).

### 1.2.1. C.A.M. STRADE

Il nuovo Decreto sui Criteri Ambientali Minimi (CAM) per le infrastrutture stradali, D.M. 5 agosto 2024, in vigore dal 21 dicembre 2024, introduce importanti requisiti ambientali per tutti i contratti di appalto e le concessioni aventi per oggetto la progettazione ed esecuzione dei lavori di costruzione, manutenzione e adeguamento delle infrastrutture stradali e delle opere di pertinenza stradale. Il decreto è stato pubblicato in attuazione del Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della Pubblica Amministrazione, cosiddetto Green Public Procurement (Appalti Verdi).

Nel presente documento, sono riportati i requisiti dei prodotti da costruzione previsti nel progetto e i mezzi di prova di cui al capitolo "2.3 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione", che l'appaltatore dei lavori dovrà fornire alla direzione lavori.

#### Rif. 2.1.2 Contenuti del Capitolato speciale d'appalto

In particolare, ove venga richiesto un determinato quantitativo minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, si intende un contenuto di, alternativamente o cumulativamente, materie recuperate, riciclate o sottoprodotti, di almeno il x% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Di conseguenza, la percentuale minima richiesta può essere raggiunta con l'apporto delle tre frazioni citate, ove non diversamente prescritto nello specifico criterio, ossia materia recuperata, riciclata, sottoprodotti. Si rammenta che il sottoprodotto, così come definito all'art. 184 bis del decreto legislativo n. 152 del 2006, può derivare da scarti e sfridi di lavorazione ad uso interno allo stesso processo produttivo che li ha generati, o da scarti e sfridi di lavorazione generati da altri processi produttivi oppure da processi di simbiosi industriale. Gli aggregati naturali ottenuti dalla lavorazione di terre e rocce da scavo gestite come sottoprodotto secondo il DPR 120/2017 sono compresi nella categoria di materiale qualificato come sottoprodotto.

In merito ai lavori di realizzazione di opere stradali si dovrà tener conto:

- **Sostenibilità ambientale dell'opera (§ 2.1.1.):** Il progetto di nuova costruzione di strade, di adeguamento e ampliamento e di manutenzione straordinaria delle strade esistenti, prevede sistemi atti a ridurre l'inquinamento dell'aria, delle acque superficiali e di falda e del suolo dovuto al traffico. Tali sistemi possono includere:
  - Fasce verdi destinate a mitigare gli impatti indotti dal traffico veicolare e a protezione delle eventuali aree agricole limitrofe all'infrastruttura ...;



- Canalizzazioni in cui collocare tutte le reti tecnologiche previste, per una corretta gestione dello spazio nel sottosuolo ...;
- Drenaggi delle acque di dilavamento ....

Per le aree di sosta o stazionamento, parcheggi, piste ciclabili, marciapiedi, piazze e di percorsi pedonali è previsto, invece, l'impiego di soluzioni progettuali che conseguano un indice di riflessione solare (Solar Reflectance Index, SRI) maggiore o uguale a 29.

- **Circolarità dei prodotti da costruzione (§ 2.3.1.):** il progetto di nuova costruzione di strade prevede l'impiego di prodotti da costruzione con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, secondo le percentuali minime indicate, garantendo complessivamente le stesse prestazioni ottenibili con materiali di primo impiego. Nel caso di interventi su strade esistenti, la materia recuperata proviene, per quanto possibile dallo stesso corpo stradale oggetto di intervento.

Per le piste ciclabili, il contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, deve essere di almeno il 70%, quando l'intervento è inclusivo sia del corpo stradale che della pavimentazione.

#### 1.2.1.1 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione

Le specifiche tecniche relative ai prodotti da costruzione sono:

- Circolarità dei prodotti da costruzione (2.3.1);
- Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati (2.3.2);
- Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibro compresso (2.3.3);
- Prodotti in acciaio (2.3.4);
- Prodotti di legno o a base legno (2.3.5);
- Murature in pietrame e miste (2.3.6);
- Sistemi di drenaggio lineare (2.3.7);
- Tubazioni in Gres ceramico (2.3.8);
- Tubazioni in materiale plastico (2.3.9);
- Barriere antirumore (2.3.10)

Con riferimento al paragrafo relativo ai contenuti del capitolato speciale d'appalto (2.1.2), per quanto riguarda le certificazioni del valore percentuale richiesto, il progettista aggiudicatario deve chiarire che tale requisito è dimostrato tramite una delle opzioni di seguito elencate:

1. Una dichiarazione ambientale di Prodotto (DAP o, in inglese, Environmental Product Declarations o EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma UNI EN ISO 14025, verificata da parte di un organismo di verifica e validazione accreditato in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17029 e UNI EN ISO 14065 per lo specifico schema, come ad esempio EPDIItaly® o schema internazionale EPD® e che riporti la percentuale di contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto, nel paragrafo "informazione ambientale aggiuntiva" della dichiarazione. In tale paragrafo è dichiarato che il valore percentuale è determinato con un metodo di calcolo basato sulla tracciabilità dei flussi fisici di materia per lo specifico prodotto, equivalente a quello di uno degli altri schemi di certificazione di cui ai punti successivi di questo paragrafo. I mezzi di prova del contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto, dei materiali componenti il prodotto, sono quelli ammessi dagli schemi di cui ai punti successivi di questo paragrafo. Il valore percentuale, il metodo di calcolo e i mezzi di prova, sono oggetto di verifica da parte dell'organismo di verifica e validazione.;
2. certificazione di prodotto "REMADE®" o "ReMade in Italy®";
3. certificazione di prodotto per il rilascio del marchio "Plastica seconda vita";
4. per i prodotti in PVC è possibile fare ricorso, oltre alle certificazioni di cui ai punti precedenti, anche al marchio VinylPlus Product Label;

5. una certificazione di prodotto basata sul bilancio di massa emessa da un organismo di valutazione della conformità accreditato da un ente di Accreditamento firmatario degli accordi EA/IAF MLA per lo specifico schema, quale, ad esempio la CP DOC 262;
6. una certificazione di prodotto, rilasciata, da un organismo di valutazione della conformità, in conformità alla prassi UNI/PdR 88 "Requisiti di verifica del contenuto di riciclato e/o recuperato e/o sottoprodotto, presente nei prodotti", qualora il materiale rientri nel campo di applicazione di tale prassi. Si evidenzia che tale prassi non è applicabile ai materiali plastici;
7. Una certificazione Made green in Italy (MGI) verificata da parte di un organismo di verifica o validazione accreditato in conformità alla norma ISO 17029 e ISO 14065 per lo specifico schema, che nella DIAP riporti, quale informazione ambientale aggiuntiva, la percentuale di contenuto di materiale riciclato, recuperato, o sottoprodotto.

#### 1.2.1.2 Specifiche tecniche per il cantiere

Per l'organizzazione e la gestione sostenibile del cantiere, vengono stabilite specifiche tecniche progettuali su:

- Prestazioni ambientali del cantiere (2.4.1);
- Demolizione selettiva, recupero e riciclo (2.4.2);
- Conservazione dello strato superficiale del terreno (2.4.3);
- Rinterri e riempimenti (2.4.4).

#### 1.2.2. C.A.M. EDILIZIA

L'Appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve verificare che i materiali utilizzati siano conformi ai Criteri Minimi Ambientali per l'Edilizia di cui al DM 11/10/2017 (§ 2.5.3 Prestazioni Ambientali), in particolare deve individuare misure atte a:

- aumentare l'uso di materiali riciclati aumentando così il recupero dei rifiuti, con particolare riguardo ai rifiuti da demolizione e costruzione;
- contenere possibili criticità legate all'impatto dell'area di cantiere e delle eventuali emissioni di inquinante sull'ambiente circostante, con particolare riferimento alle singole tipologie delle lavorazioni;
- implementare la raccolta differenziata nel cantiere (tipo di cassonetti/contenitori per la raccolta differenziata, le aree da adibire a stoccaggio temporaneo, etc.);
- realizzare la demolizione selettiva e il riciclaggio dei materiali di scavo e dei rifiuti da costruzione e demolizione (C&D);
- aumentare l'efficienza nell'uso dell'energia nel cantiere e minimizzare le emissioni di gas climalteranti, con particolare riferimento all'uso di tecnologie a basso impatto ambientale (lampade a scarica di gas a basso consumo energetico o a led, generatori di corrente eco-diesel con silenziatore, pannelli solari per l'acqua calda, etc.) o di mezzi d'opera ecocompatibili;
- assicurare l'abbattimento del rumore e delle vibrazioni, dovute alle operazioni di scavo, di carico/scarico dei materiali;
- ridurre l'impatto visivo del cantiere, anche attraverso soprattutto in presenza di abitazioni contigue
- attivare misure per il recupero e riciclaggio degli imballaggi.

##### 1.2.2.1 Specifiche tecniche ambientali

1. Specifiche tecniche dei materiali contenute nei "Criteri Ambientali Minimi" di cui al Decreto 11/10/2017 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare:

a) CALCESTRUZZI CONFEZIONATI IN CANTIERE E PRECONFEZIONATI

**Riferimento al § 2.4.2.1** dei Criteri Ambientali Minimi" di cui al Decreto 11/10/2017 del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare.

I calcestruzzi usati per il progetto devono essere prodotti con un contenuto di materiale riciclato (sul secco) di almeno il 5% sul peso del prodotto (inteso come somma delle singole componenti). Al fine del

calcolo della massa di materiale riciclato va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale

b) MATERIA RECUPERATA O RICICLATA

**Riferimento al § 2.4.1.2** dei "CAM Edilizia" - Materia recuperata o riciclata:

Il contenuto di materia recuperata o riciclata nei materiali utilizzati per l'edificio, anche considerando diverse percentuali per ogni materiale, deve essere pari ad almeno il 15% in peso valutato sul totale di tutti i materiali utilizzati.

Della suddetta percentuale almeno il 5% deve essere costituita da materiali non strutturali.

Il requisito è derogabile se vale contemporaneamente:

1. abbia una specifica funzione di protezione dell'edificio da agenti esterni quali ad esempio acque meteoriche (membrane impermeabilizzanti);
2. sussistano obblighi di legge a garanzie minime di durabilità

L'appaltatore dovrà consegnare alla D.L. prima della messa in opera:

l'elenco dei materiali costituiti, anche parzialmente, da materie recuperate o riciclate ed il loro peso rispetto al peso totale dei materiali utilizzati per l'edificio. La percentuale di materia riciclata deve essere dimostrata tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDIItaly® o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy®, Plastica Seconda Vita o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO14021.

Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, è ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso è necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere.

Come chiarito dalle FAQ del Ministero: per i materiali di cui al §2.4.2 si applicano le % indicate nei relativi paragrafi; per altri materiali (se ce ne sono nel progetto) si fa la somma dei relativi pesi e si calcola il 15% ai sensi del 2.4.1.2. Questo 15 % può essere costituito anche dal differente contributo dato dai diversi materiali considerati. Se così non si riesce ad arrivare al 15% di riciclato complessivo, lo si riporta nella relazione tecnica-illustrativa. Se, invece, non ci sono materiali diversi da quelli indicati ai paragrafi 2.4.2.1 e seguenti, restano le percentuali più basse ivi indicate.

c) SOSTANZE PERICOLOSE

**Riferimento al § 2.4.1.3** dei "CAM Edilizia" - Sostanze pericolose:

Nei componenti, parti o materiali usati non devono essere aggiunti intenzionalmente o presenti le sostanze:

1. additivi a base di cadmio, piombo, cromo VI, mercurio, arsenico e selenio in concentrazione superiore allo 0.010% in peso.
2. sostanze identificate come "estremamente preoccupanti" (SVHCs) ai sensi dell'art.59 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 ad una concentrazione maggiore dello 0,10% peso/peso.
3. sostanze e miscele classificate o classificabili con le seguenti indicazioni di pericolo:
  - come cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione di categoria 1A, 1B o 2 (H340, H350, H350i, H360, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H341, H351, H361f, H361d, H361fd, H362);
  - per la tossicità acuta per via orale, dermica, per inalazione, in categoria 1, 2 o 3 (H300, H301, H310, H311, H330, H331,)
  - come pericolose per l'ambiente acquatico di categoria 1,2, (H400, H410, H411,)

- come aventi tossicità specifica per organi bersaglio di categoria 1 e 2 (H370, H371, H372, H373).

L'appaltatore dovrà consegnare alla D.L. prima della messa in opera:

- per quanto riguarda la verifica del punto 1, dei rapporti di prova rilasciati da organismi di valutazione della conformità;
- per la verifica dei punti 2 e 3 presentare una dichiarazione del legale rappresentante da cui risulti il rispetto degli stessi. Tale dichiarazione dovrà includere una relazione redatta in base alle Schede di Sicurezza messe a disposizione dai produttori.

d) GHISA, FERRO, ACCIAIO

**Riferimento al § 2.4.2.5 dei "CAM Edilizia":**

L'acciaio utilizzato, per gli usi strutturali, deve essere prodotto con un contenuto minimo di materiale riciclato come di seguito specificato in base al tipo di processo industriale:

- acciaio da forno elettrico: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 70%.
- acciaio da ciclo integrale: contenuto minimo di materiale riciclato pari al 10%.

La percentuale di materia riciclata dovrà essere dimostrata dall'appaltatore mediante la consegna alla D.L. prima della messa in opera tramite una delle seguenti opzioni:

- una dichiarazione ambientale di prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDItaly® o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio in massa, come ReMade in Italy® o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale autodichiarata, conforme alla norma ISO 14021.

Qualora l'azienda produttrice non fosse in possesso delle certificazioni richiamate ai punti precedenti, è ammesso presentare un rapporto di ispezione rilasciato da un organismo di ispezione, in conformità alla ISO/IEC 17020:2012, che attesti il contenuto di materia recuperata o riciclata nel prodotto. In questo caso è necessario procedere ad un'attività ispettiva durante l'esecuzione delle opere.

e) IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PER INTERNI ED ESTERNI

**Riferimento al § 2.4.2.12 dei "CAM Edilizia":**

I sistemi di illuminazione devono essere a basso consumo energetico ed alta efficienza. A tal fine per gli impianti di illuminazione:

- tutti i tipi di lampada per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici, devono avere una efficienza luminosa uguale o superiore a 80 lm/W ed una resa cromatica uguale o superiore a 90; per ambienti esterni di pertinenza degli edifici la resa cromatica deve essere almeno pari ad 80;
- i prodotti devono essere progettati in modo da consentire di separare le diverse parti che compongono l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.

f) MATERIALI USATI NEL CANTIERE

**Riferimento al § 2.5.2 dei "CAM Edilizia":**

L'appaltatore dovrà rispettare tutte le specifiche tecniche previste nel § 2.4. dei "CAM Edilizia" pertinenti ai lavori in oggetto.

g) PRESTAZIONI AMBIENTALI

**Riferimento al § 2.5.3 dei "CAM Edilizia":**

Per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato).

L'impresa dovrà prevedere:

- accantonamento in sito e successivo riutilizzo dello scotico del terreno vegetale per una profondità di 60 cm, per la realizzazione di scarpate e aree verdi, pubbliche e private;
- tutti i rifiuti prodotti dovranno essere selezionati e conferiti nelle apposite discariche autorizzate quando non sia possibile avviarli al recupero;
- eventuali aree di deposito provvisorio di rifiuti non inerti devono essere opportunamente impermeabilizzate e le acque di dilavamento devono essere depurate prima di essere convogliate verso i recapiti idrici finali;
- gli ambiti interessati dai fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone devono essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali;
- rimozione delle specie arboree e arbustive alloctone invasive (in particolare *Ailanthus altissima* e *Robinia pseudoacacia*), comprese radici e ceppaie. Per l'individuazione delle specie alloctone si dovrà fare riferimento alla "Watch list della flora alloctona d'Italia";
- protezione delle specie arboree e arbustive autoctone: gli alberi nel cantiere devono essere protetti con materiali idonei, per escludere danni alle radici, al tronco e alla chioma. In particolare intorno al tronco verrà legato del tavolame di protezione dello spessore minimo di 2 cm. Non è ammesso usare gli alberi per l'infissione di chiodi, appoggi e per l'installazione di corpi illuminanti, cavi elettrici, ecc;
- i depositi di materiali di cantiere non devono essere effettuati in prossimità delle preesistenze arboree e arbustive autoctone (deve essere garantita almeno una fascia di rispetto di metri 10).

#### h) PERSONALE DI CANTIERE

##### **Riferimento al § 2.5.4 dei "CAM Edilizia":**

Il personale impiegato nel cantiere, che svolge mansioni collegate alla gestione ambientale dello stesso deve essere adeguatamente formato per tali specifici compiti.

Il personale impiegato nel cantiere deve essere formato per gli specifici compiti attinenti alla gestione ambientale del cantiere con particolare riguardo a:

- sistema di gestione ambientale;
- gestione delle polveri;
- gestione delle acque e scarichi;
- gestione dei rifiuti.

Il contraente deve presentare la documentazione attestante la formazione del personale prima dell'inizio/consegna dei lavori.

#### i) SCAVI E RINTERRI

##### **Riferimento al § 2.5.5 dei "CAM Edilizia":**

Prima dello scavo, deve essere asportato lo strato superficiale di terreno naturale (ricco di humus) per una profondità di almeno cm 60 e accantonato in cantiere per essere riutilizzato in eventuali opere a verde (se non previste, il terreno naturale dovrà essere trasportato al più vicino cantiere nel quale siano previste tali opere).

Per i rinterri, deve essere riutilizzato materiale di scavo (escluso il terreno naturale, di cui al precedente punto) proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, o materiale riciclato conforme ai parametri della norma UNI 11531-1.

Per i riempimenti con miscela di materiale betonabile deve essere utilizzato almeno il 50% di materiale riciclato.

Il contraente prima dell'inizio/consegna dei lavori deve presentare una dichiarazione del legale rappresentante che attesti che tali prestazioni e requisiti dei materiali, dei componenti e delle lavorazioni saranno rispettati e documentati nel corso dell'attività di cantiere.

#### j) CLAUSOLA SOCIALE

##### **Riferimento al § 2.7.2 dei "CAM Edilizia":**

I lavoratori dovranno essere inquadrati con contratti che rispettino almeno le condizioni di lavoro e il salario minimo dell'ultimo contratto collettivo nazionale CCNL sottoscritto.

In caso di impiego di lavoratori interinali per brevi durate (meno di 60 gg) l'offerente si accerta che sia stata effettuata la formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro (sia generica che specifica), andando oltre agli obblighi di legge, che prevede un periodo massimo pari a 60 giorni per effettuare la formazione ai dipendenti.

Prima dell'inizio/consegna dei lavori, in fase di verifica dell'idoneità tecnico-professionale, l'appaltatore dovrà fornire il numero ed i nominativi dei lavoratori che intende utilizzare in cantiere fornendo i relativi attestati di formazione probanti la formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro secondo quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni del 21/12/2011 e s.m.i..

Inoltre, su richiesta della stazione appaltante, in sede di esecuzione contrattuale, dovrà presentare i contratti individuali dei lavoratori che potranno essere intervistati per verificare la corretta ed effettiva applicazione del contratto. L'appaltatore potrà fornire in aggiunta anche il certificato di avvenuta certificazione SA8000:2014 (sono escluse le certificazioni SA8000 di versioni previgenti). L'appaltatore potrà presentare in aggiunta la relazione dell'organo di vigilanza di cui al decreto legislativo 231/01 laddove tale relazione contenga alternativamente i risultati degli audit sulle procedure aziendali in materia di ambiente-smaltimento dei rifiuti; salute e sicurezza sul lavoro; whistleblowing; codice etico; applicazione dello standard ISO 26000 in connessione alla PDR UNI 18:2016 o delle linee guida OCSE sulle condotte di impresa responsabile. In caso di impiego di lavoratori interinali per brevi durate (meno di 60 giorni) l'offerente presenta i documenti probanti (attestati) relativi alla loro formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro (sia «generica» effettuata presso l'agenzia interinale sia «specificata», effettuata presso il cantiere/azienda/soggetto proponente e diversa a seconda del livello di rischio delle lavorazioni) secondo quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni del 21 dicembre 2011.

#### k) OLI LUBRIFICANTI

**Riferimento al § 2.7.5 dei "CAM Edilizia":**

L'appaltatore deve utilizzare, per i veicoli ed i macchinari di cantiere, oli lubrificanti che contribuiscono alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, e/o alla riduzione dei rifiuti prodotti, quali quelli biodegradabili o rigenerati, qualora le prescrizioni del costruttore non ne escludano specificatamente l'utilizzo.

Si descrivono di seguito i requisiti ambientali relativi alle due categorie di lubrificanti.

##### 2.7.5.1 Oli biodegradabili

Gli oli biodegradabili possono essere definiti tali quando sono conformi ai criteri ecologici e prestazionali previsti dalla decisione 2011/381/EU (50) e s.m.i. oppure una certificazione riportante il livello di biodegradabilità ultima secondo uno dei metodi normalmente impiegati per tale determinazione: OCSE 310, OCSE 306, OCSE 301 B, OCSE 301 C, OCSE 301 D, OCSE 301 F.

OLIO BIODEGRADABILE	BIODEGRADABILITÀ soglia minima
Oli idraulici	60 %
Oli per cinematismi e riduttori	60 %
Grassi lubrificanti	50 %
Oli per catene	60 %
Oli motore 4 tempi	60 %
Oli motore 2 tempi	60 %
Oli per trasmissioni	60 %

##### 2.7.5.2 Oli lubrificanti a base rigenerata

Oli che contengono una quota minima del 15% di base lubrificante rigenerata. Le percentuali di base rigenerata variano a seconda delle formulazioni secondo la seguente tabella:

OLIO MOTORE	BASE RIGENERATA soglia minima
10W40	15 %
15W40	30 %
20W40	40 %
OLIO IDRAULICO	BASE RIGENERATA soglia minima

ISO 32	50 %
ISO 46	50 %
ISO 68	50 %

L'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza al criterio utilizzando prodotti recanti alternativamente:

- il Marchio Ecolabel UE o equivalenti;
- una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto riciclato come ReMade in Italy® o equivalente.

La lista completa dei lubrificanti utilizzati e la documentazione comprovante il rispetto del criterio dovrà essere consegnata alla D.L. prima dell'entrata in cantiere dei mezzi e macchinari.

### 1.3 Generalità, qualità e provenienza dei materiali da costruzione

I materiali da impiegare per i lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati.

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni del Capitolato Generale d'Appalto.

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

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

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

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

L'Appaltatore in linea generale dovrà garantire, sia per quanto concerne la fornitura dei materiali che la loro lavorazione, la completa rispondenza a tutte le norme e leggi vigenti in materia, nonché alle norme UNI-EN vigenti al momento della fornitura e messa in opera.

In particolare, i materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

#### 1.3.1. Acqua.

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003 e dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

#### 1.3.2. Legati idraulici.

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

Nelle opere oggetto del presente capitolato devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.



Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 14216, in possesso di un certificato di conformità rilasciato da un Organismo di Certificazione europeo Notificato.

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

Quando i leganti vengono approvvigionati in sacchi, questi debbono essere conservati in locali coperti asciutti e ben aerati, al riparo dal vento e dalla pioggia; essi saranno disposti su tavolati isolati dal suolo, in cataste di forma regolare, non addossate alle pareti, che verranno inoltre ricoperte con teli impermeabili o fogli in materiale plastico. I cementi che vengono conservati secondo le modalità prescritte, i cui contenitori risultino manomessi, o che comunque all'atto dell'impiego presentino grumi o altre alterazioni, dovranno essere senz'altro allontanati tempestivamente ad esclusiva cura e spese dell'Appaltatore.

Qualora i leganti vengano approvvigionati alla rinfusa, per il trasporto si impiegheranno appositi automezzi. Ferma la necessità dei documenti di accompagnamento secondo la UNI EN 197-1 attestino la marcatura CE del prodotto, i contenitori impiegati per il trasporto dovranno avere ogni loro apertura chiusa con legame munito di sigillo recante un cartellino distintivo del prodotto, il tutto conformemente a quanto prescritto dalla legge stessa, al medesimo articolo, per le forniture in sacchi. L'impiego di cementi alla rinfusa non potrà essere consentito qualora il cantiere non sia dotato di idonea attrezzatura per lo svuotamento dei contenitori di trasporto, di silos per lo stoccaggio e di bilancia per la pesatura all'atto dell'impiego.

### 1.3.3. Aggregati per calcestruzzi

#### Calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati (§ 2.3.2 D.M. 5/08/2024)

I calcestruzzi confezionati in cantiere e preconfezionati hanno un contenuto di materia recuperata riciclata, o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. Tale percentuale è calcolata come rapporto tra il peso secco delle materie riciclate, recuperate e dei sottoprodotti e il peso del calcestruzzo al netto dell'acqua, intesa come acqua efficace e acqua di assorbimento. Al fine del calcolo della massa di materiale riciclato, recuperato o sottoprodotto, va considerata la quantità che rimane effettivamente nel prodotto finale.

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

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

Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella seguente Tabella del D.M. 17 gennaio 2018:

**Tabella 11.2.II**

Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Attestazione della Conformità
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2+

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo il DM 17/01/2018, a condizione che la miscela di calcestruzzo 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 armonizzata 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 11.2.III**

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	=C 8/10	fino al 100 %
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a.	≤C30/37	≤30 %
	≤C20/25	Fino al 60 %
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe		
da calcestruzzi >C45/55	≤C45/55	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 5%

Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.

#### 1.3.4. Aggiunte

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

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

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206-1:2006 ed UNI 11104:2004.

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

11.2.9.4.

#### 1.3.5. Additivi

Devono rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

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

#### 1.3.6. Ghiaie – Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni.

Le ghiaie e i ghiaietti per pavimentazioni dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali e successive modifiche.

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

I pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi da impiegare 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.N.R. (Fascicolo n. 4 - Ed. 1953) ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

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

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

I materiali silicei che hanno in generale scarso potere legante dovranno impiegarsi per le massicciate da trattare successivamente con bitumi, catrame o loro composti, mentre per i semplici macadam all'acqua occorreranno materiali duri, ma con forte potere legante.

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

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

I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi dovranno corrispondere alle norme di accettazione secondo le disposizioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

Rispetto ai crivelli UNI 2334, i pietrischi saranno quelli passanti dal crivello 71 UNI e trattenuti dal crivello 25 UNI i pietrischetti quelli passanti dal crivello 25 UNI e trattenuti dal crivello 10 UNI le graniglie quelle passanti dal crivello 10 UNI e trattenute dallo staccio 2 UNI 2332.

Di norma si useranno le seguenti pezzature:

- Pietrisco da 40 a 71 mm ovvero da 40 a 60 mm, se ordinato, per la costruzione di massicciate all'acqua cilindrate;
- Pietrisco da 25 a 40 mm (eccezionalmente da 15 a 30 mm granulometria non unificata) per la esecuzione di ricarichi di massicciate e per materiali di costipamento di massicciate (mezzanello);
- Pietrischetto da 15 a 25 mm per esecuzione di ricarichi di massicciate per conglomerati bituminosi e per trattamenti con bitumi fluidi;
- Pietrischetto da 10 a 15 mm per trattamenti superficiali, penetrazioni, semi-penetrazioni, e pietrischetti bituminati;
- Graniglia normale da 5 a 10 mm per trattamenti superficiali, tappeti bituminati, strato superiore di conglomerati bituminosi;
- Graniglia minuta da 2 a 5 mm di impiego eccezionale e previo specifico consenso della Direzione i Lavori per trattamenti superficiali; tale pezzatura di graniglia, ove richiesta sarà invece usata per conglomerati bituminosi.

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

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

Le graniglie dovranno provenire dalla spezzettatura di rocce silicee-basaltiche, porfiriche, granitiche o calcaree che presentino, in generale, i requisiti prescritti per le pietre naturali. Per le graniglie da impiegare nelle costruzioni stradali dovranno essere osservate tutte le norme contenute nel fascicolo n.4/1953 edito dal C.N.R. Commissione di studio dei materiali stradali.

### 1.3.7. Aggregati di riciclo per rilevati e cassonetti

Gli aggregati provenienti da riciclo per la costruzione di cassonetti e rilevati stradali dovranno possedere i requisiti stabiliti dalla norma UNI EN 14688-1, UNI EN 13242 e UNI EN 13285 nonché seguire le disposizioni della circolare 15.07.2005 n° 5205.

I materiali di riciclo, a secondo del loro impiego, dovranno rispettare i limiti della seguente tabella:

Per il corpo dei rilevati:

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi	Separazione visiva	Sul trattenuto al setaccio da 8 mm. >70% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva	15% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva	25% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva	15% in totale e 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume;  Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica ecc.	Separazione visiva	0,1 % in massa
Altri materiali (gesso, metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, ecc.)	Separazione visiva	0,6 % in massa

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Passante al setaccio da 63 mm.	UNI EN 933-1	85-100 %
Passante al setaccio da 4 mm.	UNI EN 933-1	60 %
Passante al setaccio da	UNI EN 933-1	(0.063 mm.) 15 %
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 20
Dimensione massima Dmax	UNI EN 933-1	125 m.

Per sottofondi stradali:

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi	Separazione visiva	Sul trattenuto al setaccio da 8 mm. >80% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva	10% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva	15% in massa

Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva	15% in totale e 5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume;  Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica ecc.	Separazione visiva	0,1 % in massa
Altri materiali (gesso, metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, ecc.)	Separazione visiva	0,4 % in massa

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Rapporto tra il passante al setaccio da 0,5 mm. ed il passante al setaccio 0.063 mm.	UNI EN 933-1	> 3/2
Passante al setaccio da 0.063 mm.	UNI EN 933-1	15 %
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 30
Perdita di peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	45
Indice di forma (frazione > 4 mm.)	UNI EN 933-4	40
Indice di appiattimento (frazione > 4 mm.)	UNI EN 933-3	35

Per strati di fondazione:

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci, scorie spente e loppe di fonderia di metalli ferrosi	Separazione visiva	Sul trattenuto al setaccio da 8 mm.  >90% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva	5% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva	5% in massa
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva	5% per ciascuna tipologia
Materiali deperibili: carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari, sostanze organiche eccetto bitume;  Materiali plastici cavi: corrugati, tubi o parti di bottiglie di materia plastica ecc.	Separazione visiva	0,1 % in massa
Altri materiali (gesso, metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, ecc.)	Separazione visiva	0,4 % in massa

Parametro	Modalità di prova	Limite di impiego
Passante al setaccio da 40 mm.	UNI EN 933-1	100 %
Passante al setaccio da 20 mm.	UNI EN 933-1	>61% <79 %
Passante al setaccio da 10 mm.	UNI EN 933-1	>41% <64 %
Passante al setaccio da 4 mm.	UNI EN 933-1	>31% <49 %
Passante al setaccio da 2 mm.	UNI EN 933-1	>22% <36 %
Passante al setaccio da 1 mm.	UNI EN 933-1	>13% <30 %
Passante al setaccio da 0.5 mm.	UNI EN 933-1	>10% <20 %
Passante al setaccio da 0.063 mm.	UNI EN 933-1	10 %
Rapporto tra il passante al setaccio da 0.5 mm. ed il passante al setaccio 0.063 mm.	UNI EN 933-1	> 3/2
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	> 30
Perdita di peso per abrasione con apparecchio "Los Angeles"	UNI EN 1097-2	30
Indice di forma (frazione>4 mm.)	UNI EN 933-4	40
Indice di appiattimento (frazione>4 mm.)	UNI EN 933-3	35

Tutti i materiali saranno comunque sottoposti all'accettazione formale della Direzione lavori prima del loro impiego.

Circolarità dei prodotti da costruzione" (§2.3.1 DM 5/08/2024)

Il progetto di nuova costruzione di strade prevede l'impiego di prodotti da costruzione con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, secondo le percentuali minime di seguito indicate, garantendo complessivamente le stesse prestazioni ottenibili con materiali di primo impiego. Nel caso di interventi su strade esistenti, la materia recuperata proviene, per quanto possibile dallo stesso corpo stradale oggetto di intervento.

Corpo stradale

Bonifica del piano di posa del rilevato	≥ 70%
Corpo del rilevato	≥ 70%
Sottofondo	≥ 70%

Strati di fondazione o base in pavimentazioni flessibili e semirigide

Fondazione in misto granulare non legato	≥ 50%
Fondazione in misto granulare legato (con legante idraulico o legante idrocarburico)	≥ 50%
Misto cementato	≥ 50%

Le percentuali minime indicate nelle seguenti tabelle si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. Nei conglomerati bituminosi a caldo, con bitumi normali e con bitumi modificati, l'utilizzo di granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiore alle percentuali minime indicate nelle tabelle, a prescindere dall'impiego di altre tipologie di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, non deve incidere negativamente sugli aspetti prestazionali e su quelli funzionali della pavimentazione.

Per il raggiungimento di prestazioni non inferiori a quelle di progetto possono essere utilizzati impianti di produzione adeguati o tecnologie innovative, additivi, leganti bituminosi appositamente formulati e qualsiasi altro prodotto in grado di compensare l'eventuale riduzione della prestazione provocata dall'impiego di una maggiore quantità di granulato.

Il progetto prevede che l'impresa presenti, unitamente allo studio della miscela, una relazione che descrive i materiali e le tecnologie proposte. Tale relazione deve illustrare le specifiche tecnologie produttive ed esecutive e i materiali che si intendono impiegare e deve essere corredata da documentazione tecnico-scientifica, studi di laboratorio e applicazioni in vera grandezza atti a dimostrare che il maggior quantitativo di granulato di conglomerato bituminoso non incide negativamente sulla vita utile della pavimentazione, cioè che la miscela proposta deve avere prestazioni non inferiori a quelle del progetto a base di gara e deve rispettare tutti i requisiti prestazionali imposti dalle specifiche norme tecniche.

Pavimentazioni rigide (In calcestruzzo o resina)

Fondazione in misto granulare	≥ 50%
Misto cementato	≥ 50%
Lastra in calcestruzzo	≥ 5%

Per pavimentazioni ad elementi, ossia una pavimentazione nella quale la sovrastruttura è formata, nella sua parte più superficiale, da elementi separati e giustapposti, quali cubetti, blocchi, basoli, lastre, masselli di calcestruzzo, ecc., eventualmente sigillati in opera nei giunti, almeno il 5% per realizzare lo strato pedonale, carrabile o ciclabile della pavimentazione.

Per le piste ciclabili, il contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, deve essere di almeno il 70%, quando l'intervento è inclusivo sia del corpo stradale che della pavimentazione.

Nei conglomerati bituminosi a freddo destinati alla manutenzione stradale di emergenza, per esempio per la chiusura di buche, è previsto l'impiego di almeno il 50% di granulato di conglomerato bituminoso.

### 1.3.8. Teli di “geotessile”

Il telo “geotessile” avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:
  - con fibre a filo continuo;
  - con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a “trama ed ordito”;
  - con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo “geotessile” dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra  $10^{-3}$  e  $10^{-1}$  cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazioni analoghe a quelle in sito);
- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5 cm <sup>(1)</sup>, con allungamento a rottura compreso fra i 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5 cm o a 1500 N/5 cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del “geotessile” occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e su B.U. n. 111 del 24.12.1985.

### 1.3.9. Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione.

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle “Tabelle U.N.I. 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945”.

#### Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibro compresso (§2.3.3 DM 5/08/2024)

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo hanno un contenuto di materia riciclata, recuperata o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato sono prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

#### 1.3.9.1 Sistemi di drenaggio lineare

##### Sistemi di drenaggio lineare (§2.3.7 DM 5/08/2024)

Nel caso il progetto preveda la realizzazione di sistemi di drenaggio lineare in aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni, mediante l'adozione di soluzioni che prevedono l'utilizzo di prodotti prefabbricati o realizzati in situ, questi sono conformi alla norma UNI EN 1433. I singoli materiali utilizzati sono conformi alle pertinenti specifiche tecniche di cui al capitolo “2.3 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione”.

---

(1) Prova condotta su strisce di larghezza 5 cm e lunghezza nominale di 20 cm con velocità di deformazione costante e pari a 2 mm/sec; dal campione saranno prelevati 3 gruppi di 5 strisce cadauno secondo le tre direzioni: longitudinale, trasversale e diagonale; per ciascun gruppo si scareranno i valori minimo e massimo misurati e la media sui restanti 3 valori dovrà risultare maggiore del valore richiesto.

### 1.3.10. Manufatti di cemento

Dovranno essere costituiti da un conglomerato cementizio vibrato, con cemento CLASSE DI RESISTENZA 42.5 per metro cubo di inerti secchi (sabbia e ghiaietto, vagliati e lavati in apposita composizione granulometrica) nelle proporzioni sottoelencate:

- 300 Kg per pozzetti a sifone, cassette di raccordo, botole e caditoie da giardino;
- 400 Kg per tubi, botole stradali, paracarri e barriere "tipo A.N.A.S.";
- 500 Kg per caditoie da carreggiate.

Le armature in ferro tondo-acciaioso qualora previste, nei vari diametri ed in qualsiasi modo disposte, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 17/01/2018. I tubi in cemento dovranno essere forniti in pezzi della lunghezza di ml.1 con gargame profilato ed a perfetta tenuta con semplice stuccatura in cemento. L'impasto dovrà essere eseguito nelle seguenti proporzioni:

- 400 Kg di cemento Portland CLASSE DI RESISTENZA 32.5;
- 0,700 m<sup>3</sup> di ghiaietto ben lavato con diametro da 8 -15 mm (in base alle dimensioni delle tubazioni);
- 0,500 m<sup>3</sup> di sabbia granita, accuratamente lavata e scevra da materie terrose.

L'impasto verrà gettato, nelle apposite forme ed accuratamente pressato e vibrato, dopo le operazioni di disarmo le tubazioni non dovranno avere ghiaietto affiorante sia nella parte interna che in quella esterna.

I gargami dovranno venire eseguiti con appositi impasti di sola sabbia e cemento nelle seguenti proporzioni:

- 500 Kg cemento Portland CLASSE DI RESISTENZA 32.5;
- 1.00 m<sup>3</sup> di sabbia.

I tubi dovranno avere una stagionatura di almeno 30 giorni, dovranno essere perfettamente calibrati, con pareti perfettamente lisce ed esenti da scabrosità, sbavature e fessurazioni ed avere i gargami ben profilati. L'impiego di manufatti in cemento-amianto (tubi, lastre, ecc.) va escluso.

#### Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibro compresso (§2.3.3 DM 5/08/2024)

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo hanno un contenuto di materia riciclata, recuperata o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato sono prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

### 1.3.11. Tubazioni in calcestruzzo di cemento armato

Appartengono a questa categoria quei tubi che vengono armati per motivi statici e calcolati secondo le norme vigenti per i cementi armati.

- CARATTERISTICHE GENERALI

I tubi devono essere confezionati con calcestruzzo esente da vuoti, nidificazioni di ghiaia, slabbrature e fessurazioni, dovranno avere una elevata resistenza all'abrasione e all'aggressione chimica della superficie a contatto con i liquami, oltre ad una buona levigatezza delle superfici interne onde ottenere basso un coefficiente di scabrezza (0,23 secondo la formula di Bazin). Non sono ammessi tubi con segni di danneggiamenti che possano diminuire la loro possibilità di utilizzazione ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata nonché la sicurezza dei ferri contro la ruggine od altre aggressioni.

- PROVENIENZA DEI TUBI

I tubi dovranno essere fabbricati da ditta specializzata, in apposito stabilimento, adoperando idonee apparecchiature ed effettuando un continuo controllo degli impasti e dei prodotti. I tubi dovranno riportare sulla parete esterna il marchio di fabbrica, il diametro nominale, l'anno ed il mese di fabbricazione.

L'Appaltatore è tenuto a comunicare al Fornitore tutti i dati necessari alla valutazione delle condizioni di posa e di lavoro delle tubazioni, con particolare riguardo alle profondità di posa, alla natura del terreno, alle caratteristiche della falda freatica, alla natura dei liquami ed alle sollecitazioni statiche e dinamiche a cui dovranno



essere sottoposti i tubi. Prima di dar corso all'ordinazione, l'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori le caratteristiche dei tubi (dimensioni, spessori, armature, peso, rivestimenti protettivi, ecc.) le particolari modalità seguite nella costruzione, nonché l'apposita dichiarazione di garanzia, debitamente documentata, della Ditta di fabbricazione. La Direzione Lavori si riserva di effettuare una ricognizione presso lo stabilimento di produzione onde accertare metodi di lavoro e le caratteristiche generali della produzione ordinaria del Fornitore, restando comunque inteso che ogni responsabilità in ordine alla rispondenza dei tubi alle prescrizioni di capitolato, nei riguardi dell'Amministrazione, sarà esclusivamente a carico dell'Appaltatore.

- CARATTERISTICHE DI GETTO

Il getto dovrà essere monolitico, realizzato per centrifugazione, vibrocompressione, turbocompressione o sistemi equivalenti, entro robuste casseforme metalliche, confezionato con aggregati di pezzatura massima inferiore a 16 mm viste i ridotti spessori degli elementi in modo da evitare problemi di omogeneità di distribuzione del getto entro la cassaforma. Al fine di garantire l'esposizione a qualsiasi classe di esposizione ambientale, secondo la UNI EN 206-1, escluse quelle per cicli di gelo-disgelo (XF2-XF3-XF4), dovrà essere garantita una resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione  $R_{ck}$  45 N/mm<sup>2</sup> da conseguirsi con CEM 42.5 o 52.5 ad alta resistenza ai solfati ed assorbimento massimo minore del 6%.

- ARMATURA

Le armature dovranno essere in ferro accidioso elettrosaldato a maglia (estesa anche al bicchiere di giunzione) le cui dimensioni dovranno risultare da calcoli statici che tengano conto della profondità di posa e delle norme vigenti per il calcolo dei cementi armati.

Le armature dovranno essere coperte da almeno 40 mm di calcestruzzo all'esterno e 40 mm all'interno compatibilmente con lo spessore del tubo; in ogni caso non meno di 35 mm all'interno.

- IMPASTI

Calcestruzzo a prestazione garantita, in accordo alla UNI EN 206-1, per elementi prefabbricati in calcestruzzo armato in classe tutte le classi di esposizione escluse XF2, XF3, XF4 in accordo alla UNI 11104,  $R_{ck}$  45 N/mm<sup>2</sup>, Lavorabilità S5,  $D_{max}$  16 mm, CI 0.1.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllare il rapporto acqua-cemento e nell'impedire una troppo rapida essiccazione del calcestruzzo.

Il calcestruzzo deve essere mescolato e versato negli stampi con mezzi meccanici.

I tubi devono essere fabbricati in luoghi chiusi e rimanerci 5 giorni almeno, protetti dal sole e dall'aria e tenuti abbondantemente umidi. Durante questo periodo la temperatura non deve scendere sotto i + 5°C.

- DIMENSIONI E TOLLERANZE

La lunghezza utile dell'elemento prefabbricato non potrà essere inferiore a 2,00 m. La profondità del bicchiere non dovrà essere inferiore a quella prevista dalla Tabella di seguito riportata e dovrà comunque essere dimensionata onde consentire l'impermeabilità dei giunti. Per i diametri interni dei tubi non sono ammesse tolleranze in difetto, mentre sono ammesse tolleranze in eccesso fino al 3% del diametro nominale.

Lo spessore dei tubi non potrà essere inferiore alle dimensioni riportate nella citata Tabella con tolleranza del 2%. Il tubo ed il relativo bicchiere dovranno essere conformati in modo da consentire la posa di anello in neoprene (durezza 47 shore) per la tenuta stagna delle giunzioni, schiacciato nello innesto fino al 40% del corrispondente diametro dell'anello di gomma senza che abbiano a verificarsi rotture del bicchiere o del tubo.

Prodotti prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo aerato autoclavato e in calcestruzzo vibro compresso (§2.3.3 DM 5/08/2024)

I prodotti prefabbricati in calcestruzzo hanno un contenuto di materia riciclata, recuperata o di sottoprodotti, di almeno il 5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni. I blocchi per muratura in calcestruzzo aerato autoclavato sono prodotti con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti, di almeno il 7,5% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

### 1.3.12. Tubi in materiale plastico, in p.v.c. ed in polietilene

I manufatti di cui sopra, dovranno avere i marchi di conformità e di corrispondenza alle norme UNI EN 1401-1. I tubi in PVC rigido, per il convogliamento di acqua potabile dovranno essere del "tipo UNI 313", rispondente alle prescrizioni igienico-sanitarie del ministero della sanità (circolare n.102 del 2.12.1978).

I tubi in PVC rigido, di color grigio, per condotte di scarico nei fabbricati civili ed industriali dovranno essere del "tipo UNI 301".

I tubi del PVC rigido, di color arancio, per condotte di scarico discontinue dovranno essere del " tipo UNI EN 1401-1 ad alta densità con giunto ed anello elastico per fognature civili ed industriali, Classi SN4 UD (SDR41) o SN8 UD (SDR34)

I tubi in polietilene ad alta densità per condotte di scarico di fluidi all'interno di fabbricati dovranno essere del "tipo UNI 302".

#### Tubazioni in materiale plastico (§2.3.9 DM 5/08/2024)

Le tubazioni in materiale plastico sono prodotte con un contenuto di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, di almeno il 20% sul peso del prodotto. Il presente criterio non è applicabile alle condutture, tubazioni e canalizzazioni elettriche rientranti nella Direttiva Bassa Tensione 2014/35/UE.

### 1.3.13. Tubi in Gres ceramico

#### Tubazioni in Gres ceramico (§2.3.9 DM 5/08/2024)

Le tubazioni in gres ceramico usate per reti di fognatura, sono prodotte con un contenuto di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, di almeno il 30% sul peso del prodotto.

### 1.3.14. Prodotti in materiale plastico p.v.c. e polietilene

I manufatti di cui sopra dovranno avere i marchi di conformità dell'Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.) e dovranno essere corrispondenti alle norme UNI

I materiale dovrà presentare superfici lisce, integre e non deformate; la massima cautela dovrà essere osservata durante le operazioni di trasporto, carico, scarico e accatastamento.

### 1.3.15. Anelli di giunzione in gomma sintetica

La gomma dovrà prendere elevata resistenza agli agenti aggressivi e conservarsi elastica anche a basse temperature. La lunghezza degli anelli, la forma e gli spessori della relativa sezione debbono essere tali da garantire una perfetta tenuta del giunto, anche con elementi leggermente tra loro angolati

### 1.3.16. Acciaio

#### Prodotti in acciaio (§2.3.4 DM 5/08/2024)

Per gli usi strutturali, sono utilizzati prodotti in acciaio con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti come di seguito specificato, intendendo le percentuali indicate come somma delle tre frazioni:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 75%.
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;
- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Per gli usi non strutturali, sono utilizzati prodotti in acciaio con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti come di seguito specificato:

- acciaio da forno elettrico non legato, contenuto minimo pari al 65%;
- acciaio da forno elettrico legato, contenuto minimo pari al 60%;

- acciaio da ciclo integrale, contenuto minimo pari al 12%.

Con il termine “acciaio da forno elettrico legato” si intendono gli “acciai inossidabili” e gli “altri acciai legati” ai sensi della norma tecnica UNI EN 10020, e gli “acciai alto legati da EAF” ai sensi del Regolamento delegato (UE) 2019/331 della Commissione.

I prodotti finiti consegnati in cantiere, ad esempio armature o carpenterie, possono essere costituiti da una o più tipologie di acciaio ossia uno o più materiali base d'origine. In questi casi ognuno dei materiali base d'origine deve essere conforme al presente criterio con relative percentuali minime di materia recuperata, riciclata o sottoprodotti.

Per gli altri parametri dell'acciaio si fa riferimento a quanto riportato nel D.M. 17 gennaio 2018.

Saranno esenti da scorie, soffiature, saldature o da qualsiasi altro difetto.

- **ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

- Acciaio per cemento armato B450C: L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

**Tabella 11.3.Ia**

$f_{y\ nom}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t\ nom}$	540 N/mm <sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib.:

**Tabella 11.3.Ib**

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato nelle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

- Acciaio per cemento armato B450A: L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab.11.3.Ic.

Tabella 11.3.Ic

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\ %$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10\ mm$	4 $\phi$	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato nelle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

- **Reti e tralicci elettrosaldati:** Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interrasse delle barre non deve superare 330 mm. I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.1 gli elementi base devono avere diametro  $D_n$  che rispetta la limitazione:  $6\ mm = D_n = 16\ mm$ . Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al § 11.3.2.2 gli elementi base devono avere diametro  $D_n$  che rispetta la limitazione:  $5\ mm = D_n = 10\ mm$ . Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:  $D_{n\ min} / D_{n\ Max} \geq 0,6$ . (11.3.11). I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm<sup>2</sup>. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili. La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti:
  - a) da acciai provvisti di specifica qualificazione;
  - b) da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.

In ogni caso il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.11 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso. La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo. Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura. Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

- **Acciai inossidabili:** È ammesso l'impiego di acciai inossidabili di natura austenitica o austeno-ferritica, purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al §

11.3.2.1 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, con l'avvertenza di sostituire al termine  $f_t$  della Tab. 11.3.1a delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, il termine  $f_{7\%}$ , ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento  $A_{gt}=7\%$ . La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore. Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

- Acciai zincati: È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali. I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

### 1.3.17. Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione dolce tenace leggermente malleabile escluse assolutamente le ghise fosforose.

Essa dovrà subire poco ritiro durante il raffreddamento presentare una frattura grigia a grana fina perfettamente omogenea e compatta senza presenza alcuna di gocce fredde screpolature vene bolle sbavature asperità ed altri difetti specie se suscettibili di diminuire la resistenza; dovrà inoltre potersi facilmente lavorare con la lima o con lo scalpello. Verranno senz'altro rifiutati i materiali che presentassero difetti di fusione siano o no mascherati con piombo stucco od altri mezzi.

La ghisa dovrà inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche.

- RESISTENZA ALL'URTO

Una sbarra di saggio lunga 200 mm a sezione trasversale quadrata di 40 mm di lato fusa in sabbia molto secca collocata orizzontalmente su due appoggi a coltello distanti fra di loro 16 cm e fissata all'incudine di ghisa regolamentare deve sopportare senza rompersi l'urto di una palla di 12 kg cadente da un'altezza di 60 cm sulla metà dell'intervallo compreso tra i due appoggi.

L'incudine dovrà avere la lunghezza di 250 mm la larghezza di 100 mm ed essere appoggiata su un letto di sabbia di 40 cm di spessore.

- RESISTENZA ALLA FLESSIONE

Una sbarra di saggio delle dimensioni e posta su due appoggi come fissati al precedente paragrafo dovrà sopportare nel mezzo un carico di 6.000 kg

- RESISTENZA ALLA TRAZIONE

Una sbarra di saggio a sezione circolare di circa 30 mm di diametro assoggettata ad una trazione crescente per gradi non dovrà rompersi che ad uno sforzo superiore ai 120 N/mm<sup>2</sup> di sezione trasversale.

Per questa prova le sbarre saranno staccate da un pezzo e lavorate a freddo per mezzo di fresatrice tornio e lima. Le teste delle sbarre in prova saranno sagomate secondo le forme e le dimensioni che saranno prescritte.

### 1.3.18. Metalli, Profilati, Trafilati, Tubi, Lamiere, Lastre

- METALLI FERROSI

In genere i materiali ferrosi da impiegarsi nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste nei Decreti Ministeriali vigenti in materia e presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- FERRO COMUNE

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità di natura fibrosa a grana fine omogenea, senza slegamenti, sfogliature e ruggine, di vena diritta e continua, di colore bianco azzurrognolo e dovrà resistere senza rompersi ad una trazione di 4 N/mm<sup>2</sup> di sezione. Dovrà essere malleabile tanto a freddo che a caldo, senza pagliette, sfaldature od altri difetti non visibili, dovrà saldarsi bene, non fendersi o spezzarsi sotto la percossa del martello, non sfaldarsi attorcigliandolo, non guastarsi agli orli perforandolo;

- **ACCIAIO FUSO IN GETTI**

L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto;

- **GHISA**

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

- **ACCIAIO INOSSIDABILE**

Sulle superfici non dovranno essere visibili difetti di origine meccanica ed inclusioni, queste ultime dannose perché funzionano da innesco per la corrosione.

### **1.3.19. Bitumi - Emulsioni bituminose.**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n. 3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980.

### **1.3.20. Materiali per opere in verde.**

- **TERRA**

la materia da usarsi per il rivestimento delle scarpate di rilevato, per la formazione delle banchine laterali, dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da scortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di m. 1,00. Dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatto a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente; esso dovrà risultare privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.

- **CONCIMI**

i concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

- **MATERIALE VIVAISTICO**

il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio, sia di proprietà dell'Impresa, sia da altri vivaisti, purché l'Impresa stessa dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori, previa visita ai vivai di provenienza. Le piantine e talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria.

- **SEMI**

per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo di semenza, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie. La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

### 1.3.20.1 Barriere antirumore

#### Barriere antirumore (§2.3.10 DM 5/08/2024)

Le barriere antirumore sono prodotte con un contenuto di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, secondo quanto previsto nei criteri n. 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4, 2.3.5, 2.3.6 per i rispettivi materiali utilizzati nella loro realizzazione. Per quanto riguarda altri materiali di utilizzo corrente nella realizzazione di barriere antirumore, valgono i seguenti limiti percentuali in peso di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti:

- Alluminio: 70%
- PVC: 40%
- Lana di vetro: 60%
- Lana di roccia: 15%
- Fibre di poliestere o altri materiali sintetici: 50%

Per quanto riguarda i materiali isolanti costituiti da lane minerali, queste sono conformi alla Nota Q o alla Nota R di cui al regolamento (CE) n. 1272/2008 (CLP);

### 1.3.21. Segnaletica Orizzontale

#### CARATTERISTICHE DELLA PITTURA CATARIFRANGENTE PER SEGNALETICA ORIZZONTALE

- ASPETTO

la pittura deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole. Tale aspetto deve avere anche dopo sei mesi d'immagazzinamento alla temperatura di  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

- COLORE

Il colore della pittura deve corrispondere a quello indicato dalla Direzione Lavori: bianco o giallo. La pittura di colore bianco, dopo l'essiccamento, si deve presentare con tono di bianco molto puro, senza accentuate sfumature di colore grigio o giallo. La pittura di colore giallo, dopo l'essiccazione, dovrà avere il tono del colore giallo cromo medio.

- PESO SPECIFICO

la pittura bianca da 1,550 a 1,750 kg/l;

la pittura gialla da 1,600 a 1,750 kg/l;

- VISCOSITA'

La viscosità viene misurata a  $25^{\circ}\text{C}$  con viscosimetro Stormer-Krebs. I colori bianco e giallo avranno da 80 a 90 KU (unità Krebs).

- COMPOSIZIONE

La pittura catarifrangente deve essere del tipo con perline di vetro premiscelate.

Bianco:

- contenuto in biossido di titanio minimo 17%
- non deve contenere assolutamente cloro-caucciù e gomme sintetiche
- residuo non volatile dal 77 all'84%.

Giallo:

- contenuti in cromato di piombo minimo 13%
- residuo non volatile dal 77 all'84%
- non deve contenere assolutamente cloro-caucciù o gomme sintetiche.

Il veicolo deve essere del tipo oleo-resinoso, in entrambi i suddetti colori, con un rapporto olio-resina di 1,4.

La resina deve essere del tipo fenoli modificato.

IL 50% dell'olio deve essere costituito da olio di legno della Cina.

- PERLINE DI VETRO

Il contenuto di perline di vetro deve essere del 33% minimo nella pittura di colore bianco e 30% minimo nella pittura di colore giallo.



La granulometria delle perline di vetro, determinata con setaccio della serie ASTM, deve essere la seguente:

- perline passanti attraverso il setaccio n.70: 100%
- perline passanti attraverso il setaccio n.80: 85÷100%
- perline passanti attraverso il setaccio n.140: 15÷55%
- perline passanti attraverso il setaccio n.230: 10% max.
  - La prova si effettua secondo la norma ASTM D 1214.

- **ESSICCAZIONE**

La prova deve essere verificata secondo le norme ASTM D 711-55 e deve dare un "no-PICK-UP time" (fuori polvere di 60 minuti massimo).

- **RESA MEDIA**

1,3 ÷ 1,6 kg/m<sup>2</sup>.

- **STRISCE DI MARGINE CON ELEMENTI IN RILIEVO**

Nel rispetto di quanto previsto al punto 5 dell'art.141 del D.P.R. n.° 495 del 16/12/1992, sia i materiali da utilizzare per la costruzione degli elementi in rilievo, che il profilo degli stessi, sono soggetti ad approvazione da parte del Ministero dei Lavori Pubblici-Ispettorato Generale per la circolazione e la sicurezza stradale. Sarà premura della Ditta fornitrice, disporre su specifica richiesta della Direzione Lavori, dell'autorizzazione rilasciata dal Ministero dei Lavori Pubblici.

### 1.3.22. Segnaletica Verticale

- **DISPOSIZIONI GENERALI**

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal vigente Regolamento n° 610 del 16.09.1996 recante modifiche al Nuovo Codice della Strada, ed al DPR n° 495 del 16.12.92.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio. A norma della Legge n.113 del 30.03.1981, art.13, lettere b-d-e, del D.L. n. 358/92 art.14 lettere b,d,e del DPR n. 573/94, dovranno essere presentati presso gli uffici della Stazione Appaltante, i campioni rappresentativi dei prodotti che si impiegheranno per la fornitura di segnaletica, che consistono in:

- n.1 segnale triangolare, lato 90 cm, in lamiera di alluminio spessore 25/10, ricoperto in pellicola catarifrangente a normale efficienza classe 1. A tale riguardo, per la individuazione di dette pellicole, si richiama al rispetto di quanto prescritto al capitolo 5 del Disciplinare Tecnico approvato con D.M. del 31.03.1995;
- n.1 STOP a forma ottagonale del tipo normale (vedi tabella 4) DPR n° 495/92, in lamiera di alluminio spessore 25/10, ricoperto in pellicola catarifrangente ad elevata efficienza Classe 2. A tale riguardo, per la individuazione di dette pellicole, si richiama al rispetto di quanto prescritto al Capitolo 5 del Disciplinare Tecnico approvato con D.M. del 31.03.1995;
- n.1 segnale di direzione urbano delle dimensioni di 25x125 cm realizzato con supporto in lamiera di alluminio 25/10 ricoperto in pellicola retroriflettente ad elevata efficienza Classe II a "pezzo unico" "se-rigrafato". È gradita una destinazione che utilizzi una simbologia a più colori (esempio ospedale).

Una dichiarazione impegnativa della Ditta partecipante alla gara, nella quale, sotto la propria responsabilità dovrà indicare:

- metodi e cicli usati per la lavorazione dei segnali;
- descrizione ed ubicazione delle attrezzature in possesso della Ditta;
- attrezzature meccaniche per l'esecuzione degli interventi di segnaletica verticale;
- numero e composizione delle squadre per l'esecuzione degli interventi di segnaletica suddetti.

I campioni con la suddetta documentazione, dovranno pervenire agli uffici della Stazione Appaltante, nel rispetto della Circ. Min/le n. 2584 del 9.06.95, cinque giorni prima dello svolgimento della gara.

La mancanza della suddetta dichiarazione o la presentazione di dati incompleti, insufficienti od inesatti o di campioni non rispondenti alle prescrizioni, comporterà l'immediata esclusione dalla gara.

Pertanto, la Ditta aggiudicataria, entro 15 giorni dall'aggiudicazione, dovrà premunirsi della copia di tale documentazione, recante gli estremi della fornitura cui si riferisce, venga inviata a questa Amministrazione.



In mancanza della suddetta certificazione non potrà essere avviata alcuna procedura contrattuale per la fornitura.

La Ditta aggiudicataria è tenuta alla fornitura di materiali conformi ai campioni presentati e non saranno quindi accettati prodotti difformi.

La fornitura di materiali diversi da quelli campionati costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela degli interessi di questa Amministrazione.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di eseguire, a spese della Ditta aggiudicataria, prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti a compensi per questo titolo.

La ditta aggiudicataria è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla Direzione Lavori, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

Qualora la Direzione Lavori rifiutasse qualche provvista ritenuta, a suo insindacabile giudizio non idonea, la medesima dovrà essere sostituita immediatamente con altra che risponda ai requisiti richiesti; i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente rimossi a cura e spese della Ditta fornitrice.

- PARTI METALLICHE

I segnali devono essere costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di mm o in lamiera di acciaio di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10 di mm.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il perimetro con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola.

Se le dimensioni dei segnali superano la superficie di 1,25 m<sup>2</sup>, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali.

Le frecce di direzione, i pannelli VISUAL e di ostacolo, dovranno essere rinforzati mediante l'applicazione sul retro, per tutta la lunghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento completamente scanalate adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di attacco ai sostegni.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistenti alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulla superficie della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi ed ancoranti per la successiva verniciatura.

Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo wash primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140°C.

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante, l'anno di fabbricazione del cartello, il numero di autorizzazione rilasciata dal Ministero dei LL.PP. ai sensi della Circolare n. 2584 del 9/06/ 95 nonché l'Ente o l'Amministrazione proprietaria della strada.

Per i segnali di prescrizione devono inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza di apposizione. L'insieme di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm<sup>2</sup>, in conformità di quanto disposto al punto dell'art. 77 del D.P.R. n. 495 del 16/12/1992.

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolare Ø 60) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di 12 cm saldate al segnale da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di 3 mm con due fori, nonché da bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati da 7,5 cm.

A scelta della Direzione Lavori potranno essere impiegati per i segnali di Direzione urbani, elementi profilati in estruso di alluminio modulari e connettabili, senza forature, con speciali morsetti per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi un peso minimo di 12 kg /m<sup>2</sup>.

Detti segnali dovranno essere in alluminio estruso anticorrosione (UNI 6060 nello stato T5) con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola catarifrangente.

I supporti aventi, a secondo della richiesta, un'altezza di 25 cm o 30 cm (rispondenti alle altezze prescritte cui al D.P.R. n. 495 del 16/12/1992) dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- **SPESSORI**
  - per le altezze da 25÷30 cm non inferiore a 25/10 di mm su tutto lo sviluppo del profilo.
  - per le targhe bifacciali, la distanza tra le due facce dovrà essere compresa tra 15 ÷ 25 mm.
- **RINFORZI**
  - ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe, che in questo modo potranno essere fissate, senza problemi di interasse, anche a sostegni esistenti. Per i profili da 25 cm e 30 cm, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".
  - le targhe bifacciali dovranno essere complete anche di staffe a cerniera aperta pure in alluminio estruso per il fissaggio a sostegni tubolari di diam.60 o 90 mm.
  - qualora non fossero richieste le staffe a cerniera aperta su entrambi i lati chiusi, quello mancante dovrà essere opportunamente chiuso con tappo pure in alluminio estruso.

- **GIUNZIONI**

ogni profilo avrà ricavate, lungo i bordi superiori ed inferiori, due sagome ad incastro che consentano la sovrapposibilità e la congiunzione dei profili medesimi.

Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto come previsto per le targhe tradizionali, dalle norme AISCAT. Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria non dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

- **BORDI LATERALI:**

i bordi laterali saranno rifiniti da un ulteriore profilo a "C" che sulla faccia anteriore del segnale si sovrapponga alla pellicola e che posteriormente consenta il fissaggio, a mezzo di idonee staffe in lega di alluminio, al supporto modulare.

- **FINITURE:**

le targhe realizzate con i profili descritti dovranno consentire l'applicazione sulla faccia anteriore dei vari tipi di pellicola con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore, non viene richiesto alcun trattamento particolare date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione.

- **TARGHE**

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato utilizzando il supporto originale.

I sostegni saranno in ferro tubolare e previo decappaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123, che per il diametro di 60 mm il rapporto è di 2,95 kg/m di tubo, la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica e dovranno avere un peso minimo di 4,11 kg/m.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio saranno in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123 con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di 140 kg/m<sup>2</sup> ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio UNI 6060 nello stato T5 dell'altezza di 40 mm.

- **FACCIA ANTERIORE**

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente paragrafo b del presente articolo, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza classe 1 o ad elevata efficienza classe 2, aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.1995, in conformità di quanto prescritto per ciascun tipo di segnale al punto 12 dell'art. 79 del D.P.R. n.° 495 del 16/12/1992. Le certificazioni di conformità, relative alle pellicole retroriflettenti proposte, dovranno contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare Tecnico e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate secondo le metodologie indicate sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tabella 1 del Disciplinare Tecnico summenzionato. Inoltre, mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti di classe 1 e classe 2 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

Sui triangoli ed i dischi della segnaletica di pericolo, di divieto ed obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, con nome convenzionale a "Pezzo unico"; con questa denominazione si vuole definire un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti, per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata delle pellicole retroriflettenti.

Per i segnali di indicazione il codice dei colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni, devono rispondere a quanto prescritto ai punti dall'1 al 10 dell'art. 125 del D.P.R.n.495 del 16/12/92.

I segnali nuova figura 36-37-40 48 e 52, nonché tutti i segnali di preavviso e di direzione di nuova installazione, dovranno essere obbligatoriamente realizzati in pellicola ad elevata efficienza Classe II in conformità di quanto previsto al punto 12 dell'art. 79 del D.P.R. n. 495 del 16/12/1992.

Tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola ad elevata efficienza classe 2, su richiesta della Direzione Lavori; varranno in ogni caso le modalità di esecuzione già sopra descritte e relative ai segnali a pezzo unico e a quelli di indicazione.

Qualora i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano di tipo perfettamente identico, la Direzione Lavori potrà richiederne la realizzazione interamente o parzialmente con metodo serigrafico, se il quantitativo giustifichi le spese per l'attrezzatura di stampa.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste all'art.194 comma I del D.P.R. n.° 495 del 16/12/92.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte, secondo le prescrizioni delle Ditte produttrici delle pellicole.

## 2. PROVE SUI MATERIALI

### 2.1 Certificato di qualità e marcatura CE

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc..) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale. Tutti i materiali da utilizzarsi dovranno avere il marchio CE.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali e loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

## 2.2 Accertamenti preventivi.

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego dei materiali in quantità superiori a:

1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei, rilevati e conglomerati bituminosi,

100 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi,

10 t per i cementi e le calci,

1.000 m per le barriere,

il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

## 3. PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA.

L'Impresa sarà obbligata a presentarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelevamento e di invio dei campioni ai Laboratori ufficiali indicati dalla Stazione appaltante.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali stradali saranno eseguite, a spese dell'Impresa presso laboratori ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

### 3.1 Calcestruzzo

Le Norme contenute nel presente paragrafo si applicano al calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso.

- SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150x150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra. Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di

cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) e del requisito di durabilità delle opere. La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione. In tal caso potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico. Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

- **CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO**

Il calcestruzzo va prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto. Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

- Valutazione preliminare della resistenza: Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo con la resistenza caratteristica di progetto.
- Controllo di produzione: Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione del calcestruzzo stesso.
- Controllo di accettazione: Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo prodotto durante l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.
- Prove complementari: Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

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

- **VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA RESISTENZA**

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al § 11.2.5. delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

- **PRELIEVO DEI CAMPIONI**

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini. La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo. Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

- **CONTROLLO DI ACCETTAZIONE**

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera rispetto a quello stabilito dal progetto e sperimentalmente verificato in sede di valutazione preliminare. Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2

delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tab. 11.2.I seguente:

**Tabella 11.2.I**

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_1 \geq R_{ck-3,5}$	
$R_m \geq R_{ck+3,5}$ (N° prelievi: 3)	$R_m \geq R_{ck+1,4 s}$ (N° prelievi $\geq 15$ )
Ove: $R_m$ = resistenza media dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $R_l$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm <sup>2</sup> ); $s$ = scarto quadratico medio.	

- **Controllo di tipo A:** Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m<sup>3</sup>. Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m<sup>3</sup> massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo. Nelle costruzioni con meno di 100 m<sup>3</sup> di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.
- **Controllo di tipo B:** Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B). Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m<sup>3</sup> di calcestruzzo. Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m<sup>3</sup>. Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo anche distribuzioni diverse dalla normale. Si deve individuare la legge di distribuzione più corretta e il valor medio unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). In questo caso la resistenza minima di prelievo  $R_1$  dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione ( $s / R_m$ ) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.6 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3.
- **Prescrizioni comuni per entrambi i criteri di controllo:** Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale. La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo. Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale. Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2003. I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:
  - l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
  - una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
  - l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;

- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori di resistenza misurati.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui alle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. 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 costruttore, il quale deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nelle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018. 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. Ove ciò non fosse possibile, ovvero i risultati di tale indagine non risultassero soddisfacenti si può dequalificare l'opera, eseguire lavori di consolidamento ovvero demolire l'opera stessa. I "controlli di accettazione" sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a controllarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai "controlli di accettazione".

- CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

Nel caso in cui le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure sorgano dubbi sulla qualità e rispondenza del calcestruzzo ai valori di resistenza determinati nel corso della qualificazione della miscela, oppure si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera, si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive. Tali prove non devono, in ogni caso, intendersi sostitutive dei controlli di accettazione. Il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (definita come resistenza potenziale). È accettabile un valore medio della resistenza strutturale, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive) e debitamente trasformata in resistenza cilindrica o cubica, non inferiore all'85% del valore medio definito in fase di progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza strutturale si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1:2002, UNI EN 12504-2:2001, UNI EN 12504-3:2005, UNI EN 12504-4:2005 nonché alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

- PROVE COMPLEMENTARI

Sono prove che eventualmente si eseguono al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza a particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.). Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione. Tali prove non possono però essere sostitutive dei "controlli di accettazione" che vanno riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni precedenti. I risultati di tali prove potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera qualora non sia rispettato il "controllo di accettazione".

### 3.1.1. Prescrizioni relative al calcestruzzo confezionato con processo industrializzato



Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate al confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP. sulla base dei criteri di cui al DM 9/5/2003 n. 156. I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, il sistema di gestione della qualità del costruttore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000, certificato da un organismo accreditato, deve comprendere l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato elaborato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi; dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al § 11.2.5 delle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo di processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo inferiori a 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve avere, prima dell'inizio delle forniture, evidenza documentata dei criteri e delle prove che hanno portato alla determinazione della resistenza caratteristica di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato nelle Norme Tecniche emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

## 3.2 Acciaio

- CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, in ragione di 3 sezioni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti. I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il punto 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:



**Tabella 11.3.VI – Valori di accettazione**

Caratteristica	Valore limite	NOTE
$f_y$ minimo	425 N/mm <sup>2</sup>	(450 – 25) N/mm <sup>2</sup>
$f_y$ massimo	572 N/mm <sup>2</sup>	[450 x (1,25+0,02)] N/mm <sup>2</sup>
$A_{gt}$ minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
$A_{gt}$ minimo	$\geq 12,0\%$	per acciai B450A
Rottura/snervamento	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
Rottura/snervamento	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per tutti

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova. 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 non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato. Se un risultato è minore del valore, 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 di accettazione, 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 e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale. 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.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove. La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;

- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

- PROVE DI ADERENZA

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo Beam - test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005. Le tensioni di aderenza ricavate devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$T_m \geq 0,098 (80 - 1,2 F) \quad (11.3.15)$$

$$T_r \geq 0,098 (130 - 1,9 F) \quad (11.3.16)$$

essendo:

F il diametro della barra in mm;

$T_m$  il valor medio della tensione di aderenza in MPa calcolata in  
corrispondenza di uno scorrimento pari a 0,01, 0,1 ed 1 mm;

$T_r$  la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove devono essere estese ad almeno tre diametri, come segue:

- uno nell'intervallo  $5 \leq F \leq 10$  mm;
- uno nell'intervallo  $12 \leq F \leq 18$  mm;
- uno pari al diametro massimo.

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno per un numero significativo di barre, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2004,

- il valore dell'area relativa di nervatura  $f_r$ , per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura  $f_p$ , per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri, valutati come indicato, deve risultare compreso entro i limiti di seguito riportati:

- per  $5 \leq F \leq 6$  mm fr ovvero  $fp \geq 0,035$ ;
- per  $6 \leq F \leq 12$  mm fr ovvero  $fp \geq 0,040$ ;
- per  $F > 12$  mm fr ovvero  $fp \geq 0,056$ .

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature ovvero dentellature.

### 3.3 Tubi in Calcestruzzo Armato

- PROVE DIRETTE

L'esecuzione delle prove sarà affidata ad un Istituto specializzato; qualora tuttavia, presso lo stabilimento di produzione, esistano idonee apparecchiature, le prove potranno essere ivi eseguite, alla presenza della Direzione Lavori.

Alla scelta dei tubi da sottoporre a prove si procederà di comune accordo tra l'Appaltatore e la Direzione Lavori. I tubi possono essere prelevati dalla partita da fornirsi, sia in fabbrica che in cantiere.

Saranno prelevati per l'esame tubi che, nell'aspetto esterno ed alla percussione, corrispondano alla media della scorta o della fornitura.

Per l'ammissibilità dei certificati di prova gli elementi sottoposti a prova dovranno essere nel numero di almeno tre per ogni tipo e dimensione oggetto della fornitura.

- PROVA DI RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE DEL CALCESTRUZZO

Gli spezzoni cilindrici di tubo prefabbricato estratti per carotaggio con corona diamantata, aventi diametro uguale allo spessore del tubo e con le facce compresse spianate con mola al carborundum, dovranno dare un carico unitario di rottura minimo di 38 N/mm<sup>2</sup>, ossia raggiungere almeno 85% della resistenza caratteristica del getto richiesta da capitolato, come richiesto dal DM 14.09.2005.

- PROVA DI RESISTENZA MECCANICA

Viene eseguita caricando il tubo per mezzo di un idoneo ripartitore di carico regolabile in legno duro, collocato sul vertice, lungo la generatrice superiore.

I tubi con diametro nominale inferiore ad un metro vengono appoggiati su di una trave in legno duro lungo la generatrice inferiore rispetto al piano verticale di trasmissione del carico; per tubi con diametro nominale superiore ad un metro le travi di appoggio possono essere due, distanziate una dall'altra di 8 cm netti per ogni metro del diametro stesso, solidamente unite da un supporto inferiore.

Le superfici laterali verticali interne delle travi avranno gli spigoli superiori arrotondati.

Le travi d'appoggio e di ripartizione del carico sono lunghe quanto il tubo e scanalate in corrispondenza dei bicchieri. Si definisce come resistenza allo schiacciamento al vertice (carico di rottura) il valore di carico raggiunto quando, a pressione crescente, l'indicatore non sale più.

Si definisce invece come carico di fessurazione quel carico intermedio in corrispondenza del quale si verifica la prima fessura con dimensioni minime di 0,2 mm di larghezza e 30 cm di lunghezza.

Nella relazione di prova si deve inoltre indicare anche il carico in corrispondenza del quale è comparsa la prima fessura visibile ad occhio nudo.

I tubi dovranno sopportare un carico Q, tenuto conto dei coefficienti di sicurezza, equivalente al carico risultante dai calcoli statistici effettuati secondo quanto disposto dalla Circolare 14 Febbraio 1962 n.384 del Consiglio Superiore del Ministero dei Lavori Pubblici per le strade di 1<sup>a</sup> categoria, od eventuali successive disposizioni, comunque non inferiore a N/m 6.000 e non inferiore a 60 volte (in kg) il diametro nominale D del tubo stesso in cm ( $Q > 60 D/m$ ).

- PROVA DI RESISTENZA ALLA PRESSIONE IDRAULICA INTERNA

I tubi potranno rompersi ad una pressione interna superiore a 0,4 N/mm<sup>2</sup>

- PROVE D'IMPERMEABILITÀ SU DUE O PIÙ TUBI INTERI ACCOPPIATI CON GIUNTO IN ANELLO IN NEOPRENE

Dalla prova in stabilimento deve risultare che due o più tubi accoppiati, sottoposti ad una pressione d'acqua corrispondente a 0,51 bar relative, non devono dar luogo a perdita, né a comparsa di gocce sulla superficie esterna. La comparsa di macchie di umidità non è invece determinante per il giudizio di impermeabilità.

- COLLAUDO

Se tutti i campioni superano i prescritti esami, le prove hanno validità per l'intera fornitura. Qualora il risultato di una prova sia controverso, l'Appaltatore può richiedere che la prova sia ripetuta sullo stesso numero di tubi provenienti dalla stessa fornitura. Se i nuovi tubi superano chiaramente la prova, l'intera fornitura si intende come collaudata, altrimenti la Direzione Lavori è autorizzata a rifiutarla.

- PROVA D'IMPERMEABILITÀ SU TRATTE DI TUBAZIONI COMPRENDENTI GIUNTI E LE CAMERETTE D'ISPEZIONE

La prova di tenuta dovrà essere eseguita su tratte di tubazioni, comprendenti almeno una cameretta d'ispezione, soggette ad una pressione massima d'acqua pari a 0,51 bar relative ed una pressione corrispondente alla differenza tra quota stradale e piano scorrimento.

Si procede al riempimento con acqua della tratta in questione lasciando per 1 ora il tutto pieno per consentire l'imbibizione dei calcestruzzi; indi si procede al successivo riempimento. La prova di impermeabilità si ritiene superata qualora la perdita in 15 primi sia  $\geq$  ad 1 litro per ogni metro quadrato di superficie interna delle tubazioni (camerette d'ispezione escluse).

### 3.4 Materiali aridi e bitumi

- PROVE DEI MATERIALI

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi nonché a quello dei campioni di lavori eseguiti da prelevare in opera sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni ad Istituto Sperimentale debitamente riconosciuto.

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove secondo le tariffe degli Istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione munendoli di sigilli e firma del Direttore dei lavori e dell'Impresa nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

## 4. TITOLO II° - MODO DI ESECUZIONE DELLE PRINCIPALI CATEGORIE DI LAVORO E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

### 4.1 DEMOLIZIONI, RIMOZIONI E LIEVI D'OPERA

Le demolizioni di murature di qualsiasi genere, di opere in c.a., la rimozione e lievo di tubazioni e qualsiasi altra opera, sia parziale e sia totale, devono essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni al fine di non danneggiare le parti residue e prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro.

Nelle demolizioni e rimozioni, l'Appaltatore deve inoltre provvedere alle eventuali necessarie puntellature che devono sostenere le parti non asportabili, ad adottare gli opportuni accorgimenti (teli di protezione, parapetti, staccionate, ecc.) per non deteriorare le strutture ed i materiali fissi esistenti e quelli di risulta riutilizzabili, sotto la comminatoria di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante, i restanti materiali dovranno invece essere trasportati a discarica a sua cura e spese.

La Direzione Lavori, tramite ordine scritto, dovrà indicare all'Appaltatore le parti da demolire o soggette a rimozione; nei casi in cui l'Appaltatore demolisse o rimuovesse anche parti di opera non interessate ai lavori, deve a sua cura e spese ripristinarle.

I materiali riutilizzabili si intendono di proprietà della Amministrazione, ed a giudizio della Direzione Lavori, devono essere opportunamente puliti, trasportati e ordinati nei luoghi che verranno indicati dalla Direzione stessa. Tutte le opere provvisorie inerenti e conseguenti le demolizioni o le rimozioni, debbono intendersi a totale carico dell'Appaltatore.

#### Demolizione selettiva, recupero e riciclo (§ 2.4.2 D.M. 5/08/2024)

Fermo restando il rispetto di tutte le norme vigenti, la demolizione delle opere viene eseguita in modo da massimizzare il recupero delle diverse frazioni di materiale. Nei casi di ristrutturazione, manutenzione e demolizione, il progetto prevede che almeno il 70% in peso dei rifiuti non pericolosi generati in cantiere, ed escludendo gli scavi, conformemente a quanto disposto dall'art.181 co.4 lett. b) del decreto legislativo n. 152 del 2006, venga avviato a operazioni di preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero, secondo la gerarchia di gestione dei rifiuti di cui all'art. 179 del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152. In caso di manutenzione profonda, il progetto della demolizione deve seguire le indicazioni relative alla fase progettuale della UNI/PdR 75 "Decostruzione selettiva – Metodologia per la decostruzione selettiva e il recupero dei rifiuti in un'ottica di economia circolare". Il progetto riporta la quota parte di rifiuti che potrà essere avviato a preparazione per il riutilizzo, riciclaggio o altre operazioni di recupero.

A tal fine può essere fatto riferimento ai seguenti documenti: "Orientamenti per le verifiche dei rifiuti prima dei lavori di demolizione e di ristrutturazione degli edifici" della Commissione Europea, 2018; raccomandazioni del Sistema nazionale della Protezione dell'Ambiente (SNPA) "Criteri ed indirizzi tecnici condivisi per il recupero dei rifiuti inerti" del 2016; UNI/PdR 75.

Tale stima include le seguenti:

- a. valutazione delle caratteristiche dell'opera;
- b. individuazione e valutazione dei rischi connessi a eventuali rifiuti pericolosi e alle emissioni che possono sorgere durante la demolizione;
- c. stima delle quantità di rifiuti che saranno prodotti con ripartizione tra le diverse frazioni di materiale;
- d. stima della percentuale di rifiuti da avviare a preparazione per il riutilizzo e a riciclo, rispetto al totale dei rifiuti prodotti, sulla base dei sistemi di selezione proposti per il processo di demolizione;

Alla luce di tale stima, il progetto comprende le valutazioni e le previsioni riguardo a:

- a. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti pericolosi;
- b. rimozione dei rifiuti, materiali o componenti riutilizzabili, riciclabili e recuperabili.

Il progetto individua le seguenti categorie di rifiuti:

- rifiuti suddivisi per frazioni monomateriali (codici EER 170101, 170102, 170103, 170201, 170202, 170203, 170302, 170401, 170402, 170403, 170404, 170405, 170406, 170504, 170604, 170802) da avviare a operazioni di preparazione per il riutilizzo, impiegati nello stesso cantiere oppure, ove non fosse possibile, impiegati in altri cantieri;

- rifiuti suddivisi per frazioni monomateriali (codici EER 170101, 170102, 170103, 170201, 170202, 170203, 170401, 170402, 170403, 170404, 170405, 170406, 170504, 170604, 170802) da avviare a operazioni di riciclo o ad altre forme di recupero;

- le frazioni miste di rifiuti inerti (codice EER 170107 e 170904) derivanti dalle demolizioni di opere per le quali non è possibile lo smontaggio e la demolizione selettiva, che sono avviati ad impianti per la produzione di aggregati riciclati.

In considerazione del fatto che, in fase di demolizione selettiva, potrebbero rinvenirsi categorie di rifiuti differenti da quelle indicate (dovute ai diversi sistemi costruttivi, materiali, componenti, impiegati nell'opera), è sempre suggerita l'adozione di tutte le precauzioni e gli accorgimenti atti ad avviare il maggior quantitativo di materiali non pericolosi a riciclo e ad altre operazioni di recupero.

## 4.2 DRENAGGI

### 4.2.1. Drenaggi con filtro in “geotessile”

In terreni particolarmente ricchi di materiale fino o sui drenaggi laterali delle pavimentazioni, i drenaggi potranno essere realizzati con filtro laterale in telo “geotessile” in poliestere o polipropilene. Il materiale da usare sarà analogo a quello descritto nell'Art. “Qualità e provenienza dei materiali”, punto y).

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

La parte inferiore dei “geotessili”, a contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul supporto) in ragione di almeno 2 Kg/m<sup>2</sup>. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del “geotessile” stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di “geotessile” necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza del cavo).

Il cavo rivestito sarà successivamente riempito di materiale lapideo pulito e vagliato trattenuto al crivello 10 mm UNI, tondo o di frantumazione con pezzatura massima non eccedente i 70 mm. Il materiale dovrà ben riempire la cavità in modo da far aderire il più possibile il “geotessile” alle pareti dello scavo. Terminato il riempimento si sovrapporrà il “geotessile” fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

## 4.3 MOVIMENTI DI TERRE

### 4.3.1. Scavi e rialzi in genere

Gli scavi ed i rialzi occorrenti per la formazione di cunette, accessi, passaggi e rampe, cassonetti e simili, nonché per l'impianto di opere d'arte, saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni salvo le eventuali variazioni che l'Amministrazione appaltante è in facoltà di adottare all'atto esecutivo, restando a completo carico dell'Impresa ogni onere proprio di tali generi di lavori, non escluso quello di eventuali sbadacchiature e puntellature, essendosi di tutto tenuto conto nel fissare i corrispondenti prezzi unitari.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Impresa è tenuta a coordinare opportunamente la successione e la esecuzione delle opere di scavo e murarie, essendo gli oneri relativi e compensati nei prezzi contrattuali.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Impresa potrà ricorrere all'impiego di mezzi meccanici.

Dovrà essere usata ogni cura nel sagomare esattamente i fossi, nell'appianare e sistemare le banchine, nel configurare le scarpate e nel profilare i cigli della strada.

Le scarpate di tagli e rilevati saranno eseguite con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, e, comunque, a seconda delle prescrizioni che saranno comunicate dalla Direzione Lavori mediante ordini scritti.

Per gli accertamenti relativi alla determinazione della natura delle terre, del grado di costipamento e del contenuto di umidità di esse, l'Impresa dovrà provvedere a tutte le prove necessarie ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, che verranno fatte eseguire a spese dell'Impresa dalla Direzione dei Lavori presso i laboratori ufficiali.

Le terre verranno caratterizzate e classificate secondo le Norme C.N.R. - U.N.I. 10006/1963 riportate nella Tabella a pagina seguente.

#### Conservazione dello strato superficiale del terreno (§ 2.4.3 D.M. 5/08/2024)

Fermo restando la gestione delle terre e rocce da scavo in conformità al decreto di cui al comma 1 dell'articolo 48 del decreto-legge 24 febbraio 2023, n. 13, convertito con modificazioni dalla legge 21 aprile 2023, n. 41 e, nelle more della sua adozione, al decreto del Presidente della Repubblica n. 120 del 13 giugno 2017, nel caso in cui il progetto includa movimenti di terra (scavi, splateamenti o altri interventi sul suolo esistente), il progetto prevede la rimozione e l'accantonamento<sup>1</sup> del primo strato del terreno per il successivo riutilizzo in opere a verde. Per primo strato del terreno si intende sia l'orizzonte "O" (organico) del profilo pedologico sia l'orizzonte "A" (attivo), entrambi ricchi di materiale organico e di minerali che è necessario salvaguardare e utilizzare per le opere a verde. Nel caso in cui il profilo pedologico del suolo non sia noto, il progetto include un'analisi pedologica che determini l'altezza dello strato da accantonare (O e A) per il successivo riutilizzo. Il suolo rimosso dovrà essere accantonato in cantiere separatamente dalla matrice inorganica che invece è utilizzabile per rin-terri o altri movimenti di terra, in modo tale da non comprometterne le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche ed essere riutilizzato nelle aree a verde nuove o da riqualificare.

## CLASSIFICAZIONE DELLE TERRE C.N.R. - U.N.I. 10006/1963

Prospetto I – Classificazione delle terre												
Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 [ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b		A2-A	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Analisi granulometrica. Frazione passante allo staccio	[ 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2 UNI 2332%	[ 30	[ 50	> 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0,4 UNI 2332%	[ 15	[ 25	[ 10	[ 35	[ 35	[ 35	[ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
0,075 UNI 2332%												
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4UNI 2332												
Limite liquido	---	---	[ 40	> 40	[ 40	> 40	> 40	[ 40	> 40	[ 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	[ 6	N.P.	[ 10	[10 max	> 10	> 10	> 40	[ 10	[ 10	> 10	(IP[LL-30)	(IP>LL-30)
Indice gruppo	0		0	0			[ 4	[ 8	[ 12	[ 16	[ 20	
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituendo il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia, sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane		Sabbie fini	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili plastiche
												Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre



Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono		Da mediocre a scadente				Da scartare come sottofondo
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna o lieve		Media	Molto elevata	Media	Elevata	Media
Ritiro o rigonfiamento	Nulla		Nulla o lieve	Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elevato
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa		Scarsa o nulla		
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile a vista	Aspri al tatto – In coesione allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo - Aspri al tatto - Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla	Reagiscono alla prova di scuotimento* - Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto - Non facilmente modellabili allo stato umido	Non reagiscono alla prova di scuotimento* - Tenaci allo stato asciutto - Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido		Fibrosi di color bruno o nero - Facilmente individuabili a vista
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.							

Nell'esecuzione sia degli scavi che dei rilevati l'Impresa è tenuta ad effettuare a propria cura e spese l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti sia sui terreni da scavare che su quelli destinati all'impianto dei rilevati, nonché, in questo ultimo caso, al riempimento delle buche effettuate in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, che dovrà essere effettuato con materiale idoneo messo in opera a strati di conveniente spessore e costipato. Tali oneri si intendono compensati con i prezzi di elenco relativi ai movimenti di materie.

La D.L., in relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati o delle fondazioni stradali in trincea, potrà ordinare l'adozione di provvedimenti atti a prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e fra questi provvedimenti la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" aventi le caratteristiche indicate nell'Art. "Qualità e provenienza dei materiali", punto y).

Qualora i lavori si sviluppino lungo le strade affiancate da edifici, gli scavi dovranno essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sua cura e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla Direzione Lavori, faranno carico alla Stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'Elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si dovranno realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le Proprietà interessate, corredandolo di una adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Qualora, durante i lavori, si intersechino dei servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili nonché manufatti in genere), saranno a carico della Stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti di tali servizi che, a giudizio della Direzione Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'Impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni sui prezzi d'Elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

Di norma, il deposito sarà effettuato a lato di queste ultime, in modo, tuttavia da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico e l'attività delle maestranze, adottando inoltre gli accorgimenti atti ad impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

Quando il deposito a lato delle trincee non fosse richiesto o, per qualsiasi motivo, possibile, il materiale di risulta dovrà, di norma, essere caricato sui mezzi di trasporto direttamente dalle macchine o dagli operai addetti allo scavo e sarà quindi avviato, senza deposito intermedio, ai reinterri.

Solo qualora, per qualsiasi motivo, non sia possibile né il deposito a lato degli scavi, né l'immediato reimpiego, sarà ammesso il provvisorio accumulo dei materiali da impiegarsi nei reinterri nelle località che saranno prescritte, o comunque accettate, dalla Direzione Lavori.

In tutti i casi i materiali eccedenti e quelli che non siano impiegabili nei reinterri, dovranno essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto all'atto dello scavo ed avviati a discarica a cura e spese dell'Appaltatore, escluso l'onere della discarica.

I materiali provenienti da scavi dovranno venire trattati secondo i disposti della D.G.R.V. 2424 del 08.08.2008 "Procedure operative per la gestione delle terre da scavo ai sensi dell'art.186 del D.Lgs. 3 Aprile 2006 n°152" e s.m.i. con le procedure operative di cui all'allegato A del medesimo decreto ai sensi dell'articolo sopracitato come modificato dall'art. 2 comma 23 del D.Lgs. 4/2008.

#### 4.3.2. Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento si intendono quelli occorrenti per l'apertura della sede stradale, piazzali ed opere accessorie, quali ad esempio: gli scavi per tratti stradali in trincea, per lavori di spianamento del terreno, per taglio delle scarpate delle trincee o dei rilevati, per formazione ed approfondimento di piante di posa dei rilevati, di cunette, cunettoni, fossi e canali, nonché quelli per impianto di opere d'arte praticati al di sopra del piano orizzontale passante per il punto più depresso del piano di campagna lungo il perimetro di scavo e lateralmente aperti almeno da una parte.

Questo piano sarà determinato con riferimento all'intera area di fondazione dell'opera. Ai fini di questa determinazione, la Direzione dei Lavori, per fondazione di estensione notevole, si riserva la facoltà insindacabile di suddividere l'intera area in più parti.

L'esecuzione degli scavi di sbancamento può essere richiesta dalla Direzione dei Lavori anche a campioni di qualsiasi tratta senza che l'Impresa possa pretendere, per ciò, alcun compenso o maggiorazione del relativo prezzo di elenco.

#### 4.3.3. Scavi di fondazione

Per scavi di fondazione si intendono quelli relativi all'impianto di opere murarie e che risultino al di sotto del piano di sbancamento, chiusi, tra pareti verticali riproducenti il perimetro della fondazione dell'opera.

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere d'arte saranno spinti fino al piano che sarà stabilito dalla Direzione dei Lavori.

Il piano di fondazione sarà perfettamente orizzontale o sagomato a gradini con leggera pendenza verso monte per quelle opere che cadono sopra falde inclinate.

Anche nei casi di fondazioni su strati rocciosi questi ultimi debbono essere convenientemente spianati a gradino, come sopra.

Gli scavi di fondazione comunque eseguiti, anche se in presenza d'acqua sia di falda che di precipitazione meteorica, saranno considerati a pareti verticali e l'Impresa dovrà, all'occorrenza, sostenerli con convenienti sbadacchiature, compensate nel relativo prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle persone, alle cose e all'opera, per smottamenti o franamenti del cavo.

Nel caso di franamento dei cavi, è a carico dell'Impresa procedere al ripristino senza diritto a compensi.

Dovrà essere cura dell'Impresa eseguire le armature dei casseri di fondazione con la maggiore precisione, adottando materiale di buona qualità e di ottime condizioni, di sezione adeguata agli sforzi cui verrà sottoposta l'armatura stessa ed adottare infine ogni precauzione ed accorgimento, affinché l'armatura dei cavi riesca la più robusta e quindi la più resistente, sia nell'interesse della riuscita del lavoro sia per la sicurezza degli operai adibiti allo scavo.

L'impresa è quindi l'unica responsabile dei danni che potessero avvenire alle persone ed ai lavori per deficienza od irrazionalità delle armature; escluso in ogni caso l'uso delle mine.

Gli scavi potranno, però, anche essere eseguiti con pareti a scarpa, ove l'Impresa lo ritenga di sua convenienza.

In questo caso non sarà compensato il maggior scavo oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese, al riempimento, con materiale adatto, dei vuoti rimasti intorno alla fondazione dell'opera.

Sono considerati come scavi di fondazione subacquei soltanto quelli eseguiti a profondità maggiore di m 0,20 (centimetri venti) sotto il livello costante a cui si stabiliscono naturalmente le acque filtranti nei cavi di fondazione.

Ogni qualvolta si troverà acqua negli scavi in misura superiore a quella consentita per la lavorazione, l'Appaltatore dovrà provvedere mediante pompe, canali fugatori, ture, o con qualsiasi mezzo che ravvisasse più opportuno o conveniente, ai necessari aggettamenti, che saranno compensati a parte ove non sia previsto il prezzo di elenco relativo a scavi subacquei.

In tale prezzo si intende contrattualmente compreso l'onere per l'Impresa dell'aggettamento dell'acqua durante la costruzione della fondazione in modo che questa avvenga all'asciutto.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare la raccolta dell'acqua proveniente dall'esterno negli scavi di fondazione; ove ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggettamenti.

Nella costruzione dei ponti è necessario che l'Impresa provveda, fin all'inizio dei lavori, ad un adeguato impianto di pompaggio, che, opportunamente graduato nella potenza dei gruppi impiegati, dovrà servire all'esaurimento dell'acqua di filtrazione dall'alveo dei fiumi o canali.

Naturalmente tale impianto idrovoro, che converrà sia suddiviso in più gruppi per far fronte alle esigenze corrispondenti alle varie profondità di scavo, dovrà essere montato su apposita incastellatura che permetta lo spostamento dei gruppi, l'abbassamento dei tubi di aspirazione ed ogni altra manovra inerente al servizio di pompaggio.

L'Impresa, per ogni cantiere, dovrà provvedere a sue spese al necessario allacciamento dell'impianto nonché alla fornitura ed al trasporto sul lavoro dell'occorrente energia elettrica, sempre quando l'Impresa stessa non abbia la possibilità e convenienza di servirsi di altra forza motrice. L'impianto dovrà essere corredato, a norma delle vigenti disposizioni in materia di prevenzione degli infortuni, dei necessari dispositivi di sicurezza restando l'Amministrazione appaltante ed il proprio personale sollevati ed indennati da ogni responsabilità circa le conseguenze derivate dalle condizioni dell'impianto stesso.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'01.06.1988).

#### 4.3.4. Reinterri

Il reinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che:

- per natura del materiale e modalità di costipamento non abbiano a formarsi in prosieguo di tempo cedimenti o assestamenti irregolari;
- i condotti e i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e in particolare quando i primi siano realizzati mediante elementi prefabbricati non vengano provocati spostamenti;
- si formi un'intima unione tra il terreno naturale e il materiale di riempimento così che in virtù dell'attrito con le pareti dello scavo ne consegua un alleggerimento del carico sui condotti.

Per conseguenza malgrado ai reinterri si debba di norma provvedere utilizzando i materiali di risulta degli scavi non potranno in alcun caso essere impiegati materiali quali scorie o terreni gessosi che possano aggredire chimicamente le opere né voluminosi quali terreni gelati o erbosi o di natura organica quali legno torba e simili che possano successivamente provocare sprofondamenti.

Quando il materiale di risulta non possiede le necessarie caratteristiche dovrà essere allontanato e - qualora la Stazione appaltante non intenda provvedere direttamente - la Direzione Lavori potrà prescrivere all'Appaltatore la fornitura di terreno idoneo che verrà compensata come l'allontanamento, con gli appositi prezzi d'Elenco.

Il reinterro con i materiali di risulta degli scavi comprende invece la eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i reinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

Nell'eseguire i reinterri si dovrà distinguere tra il rinalzo della tubazione il riempimento della fossa e la sistemazione dello strato superficiale.

Il rinalzo si estende dal fondo della fossa fino ad una altezza di 30 cm sopra il vertice del tubo; esso deve essere realizzato con terreno privo di ogni materiale estraneo ciottoli compresi, suscettibile di costipamento in strati di altezza non superiore a 30 cm. La compattazione dovrà essere eseguita a mano, con apparecchi leggeri, contemporaneamente da ambo i lati della tubazione, ad evitare il determinarsi di spinte trasversali o di galleggiamento e in particolare, lo spostamento dei condotti, quando questi siano realizzati con elementi prefabbricati.

Subito dopo il rinalzo della canalizzazione, seguirà il riempimento della fossa, da effettuarsi stendendo il materiale in successivi strati, di spessore tale da assicurare, con impiego di apparecchiature scelte in relazione alla natura del materiale stesso, un sufficiente costipamento, senza che la tubazione sia danneggiata.

Lo strato superficiale degli scavi dovrà essere riempito con modalità diverse, a seconda che gli scavi siano stati eseguiti in campagna o lungo strade trafficate. Si impiegheranno, all'occorrenza i materiali idonei ricavati dalla rimozione degli strati superficiali stessi effettuata all'atto degli scavi, materiali che saranno stati depositati in cumuli o località distinte da quelle del restante terreno.

Gli scavi eseguiti in campagna saranno riempiti sino a formare una leggera colma rispetto alle preesistenti superfici, da assegnarsi in rapporto al successivo prevedibile assestamento; lo strato superiore degli scavi eseguiti lungo strade trafficate dovrà invece essere sistemato in modo idoneo a consentire una agevole e sicura circolazione. I prezzi stabiliti dall'Elenco per gli scavi remunerano anche le sistemazioni superficiali sia degli scavi che delle località in cui siano stati lasciati a provvisorio deposito i materiali di risulta.

Essi sono pure comprensivi degli oneri che l'Appaltatore dovrà sostenere per controllare costantemente le superfici dei reinterri e delle prestazioni di mano d'opera e mezzi d'opera necessarie alle riprese ed alle ricariche fino al ripristino della pavimentazione, se questo sia compreso nell'appalto, o al conseguimento del collaudo.

Qualora peraltro la Direzione Lavori abbia autorizzato espressamente l'impiego, per le sistemazioni superficiali, di materiali non di risulta dagli scavi, quali inerti, catrame, asfalto, emulsioni e conglomerati bituminosi ed altri materiali per pavimentazioni stradali, per la loro fornitura sarà riconosciuto a parte lo specifico compenso stabilito dall'Elenco Prezzi.

Il materiale di scavo che in questo caso non potrà trovare impiego per il reinterro dovrà essere portato a discarica e l'onere resterà a carico dell'Appaltatore.

La Stazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alle riprese e alle ricariche nel caso di inadempienza dell'Appaltatore; al quale, in tale evenienza, verranno addebitate mediante semplice ritenuta, tutte le conseguenti spese.

L'osservanza delle prescrizioni impartite in ordine alle modalità di esecuzione dei reinterri e di sistemazione e manutenzione degli strati superficiali, con speciale riguardo a quelli eseguiti lungo strade trafficate, non solleva l'Appaltatore da nessuna responsabilità relativa alla sicurezza della circolazione.

#### Rinterri e riempimenti (§ 2.4.4 D.M. 5/08/2024)

Per i rinterri, il progetto prescrive il riutilizzo del materiale di scavo, escluso il primo strato di terreno di cui al precedente criterio "2.4.3 Conservazione dello strato superficiale del terreno", proveniente dal cantiere stesso o da altri cantieri, oppure materiale riciclato, che siano conformi ai parametri della norma UNI 11531-1.

Per i riempimenti con miscele betonabili (ossia miscele fluide, a bassa resistenza controllata, facilmente removibili, auto costipanti e trasportate con betoniera), è utilizzato almeno il 70% di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242 e, per gli aggregati grossi, con caratteristiche prestazionali rispondenti all'aggregato riciclato di Tipo B come riportato al prospetto 4 della UNI 11104:2016.

Per i riempimenti con miscele legate con leganti idraulici, di cui alla norma UNI EN 14227-1, è utilizzato almeno il 50% in peso di materiale riciclato conforme alla UNI EN 13242.

#### **4.3.5. Ripristini stradali**

Ai ripristini stradali si dovrà, di norma, dar corso una volta acquisita sufficientemente certezza dell'avvenuto definitivo assestamento dei reinterri. In relazione a particolari esigenze della circolazione è in facoltà della Direzione Lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i reinterri, senza far luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito. In quest'ultimo caso, il riempimento della fossa dovrà essere arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del reinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello stabilito per la massicciata stradale.

A richiesta della Direzione Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.

La Direzione Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stessa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, vengano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei reinterri e degli strati sottostanti della massicciata e sia quindi possibile assegnare alla strada la sagoma prevista.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, dovranno sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli articoli 1667 e 1669 del C.C.

#### **4.3.6. Formazione dei piani di posa dei rilevati**

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

Quando alla suddetta quota si rinvenivano terreni appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengono ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006/1963), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio,

l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio.

È categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione dei Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Impresa a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a cm 50, previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine di servizio, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa.

Anche il materiale di risulta proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

Comunque, la Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressibilità  $M_E$  determinato con piastra da 30 cm di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317). Il valore di  $M_E$  <sup>(1)</sup> misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a:

---

<sup>(1)</sup>  $M_E = f_0 \cdot \frac{\Delta_p}{\Delta_s} \cdot D$  (in N/mm<sup>2</sup>).

$\Delta_s$

Dove:

$f_0$  = fattore di forma della ripartizione del costipamento; per le piastre circolari = 1;

$\Delta_p$  = differenza tra i pesi riferiti ai singoli intervalli di carico in N/mm<sup>2</sup>;

$D$  = diametro della piastra in mm;

$\Delta_s$  = differenza dello spostamento in mm della piastra di carico, circolare, rigida, corrispondente a  $p$ ;

$p$  = peso riferito al carico trasmesso al suolo dalla piastra in N/mm<sup>2</sup>.

- 15 N/mm<sup>2</sup> quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2.00 m.
- 20 N/mm<sup>2</sup> quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1.00 e 2.00 m.
- 30 N/mm<sup>2</sup> quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1.00 m.
- per distanze inferiori a 0.50 m. si applicano i requisiti richiesti per i piani di posa delle fondazioni (50 N/mm<sup>2</sup>).

#### 4.3.7. Formazione dei rilevati

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> della classifica C.N.R. -U.N.I. 10006/1963, con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a m 2 costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A<sub>4</sub> provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima dell'impiego potrà ordinarne l'eventuale correzione.

Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a cm 20. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di cm. 30 al di sotto del piano di posa della fondazione stradale.

Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione.

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

Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Fintanto che non siano state esaurite per la formazione dei rilevati tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Impresa volesse aprire, ad esempio per economia di trasporti, saranno a suo totale carico. L'Impresa non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pure essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.



È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso altri Laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa.

Solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Impresa dall'assoggettarsi in ogni periodo di tempo all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito l'Impresa, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere a proprie spese al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche di quanto è prescritto dall'art. 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e dalle successive modifiche; dal T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215 e successive modifiche.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50.

Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata non inferiore al 90% negli strati inferiori ed al 95% in quello superiore (ultimi 30 cm).

Inoltre, per tale ultimo strato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressibilità  $M_E$  definito dalle Norme Svizzere (SNV 670317), il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 N/mm<sup>2</sup>.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro.

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> e costipati con energia dinamica di impatto.

La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante mescolazione in sito del legante in ragione di 25 | 50 Kg per m<sup>3</sup> di materiale compattato.

Tale stabilizzazione dovrà, se ordinato, interessare un volume di rilevato la cui sezione, secondo l'asse stradale, può assimilarsi in un trapezio con base minore di m 2, base maggiore di m 15 ed altezza pari a quella del manufatto.

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

L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

Man mano che si procede alla formazione dei rilievi, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.

Inoltre, le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

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

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo dei tipi A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

In alcuni casi la D.L. potrà, al fine di migliorare la stabilità del corpo stradale, ordinare la fornitura e la posa in opera di teli "geotessili" in strisce contigue opportunamente sovrapposte nei bordi per almeno cm 40. Le caratteristiche di tale telo saranno conformi a quelle di cui al punto y) dell'art. "Qualità e provenienza dei materiali" tenendo presente che per tale caso particolare la resistenza a trazione del telo non dovrà essere inferiore a 1200 N/5 cm.

## 4.4 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI E ARMATI (Normali e precompressi)

### 4.4.1. Generalità

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geognostiche secondo le norme di cui al D.M. 17 gennaio 2018.

Le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di legge e le norme emanate in materia. In particolare, 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);
- delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione di un'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto. Il

costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al § 11.2.5 delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. "Prove dei materiali".

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 ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

L'Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all'esame della Direzione dei lavori i progetti delle opere provvisori (cantine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

#### 4.4.2. Componenti

**Cemento.** - Il cemento impiegato per la confezione dei conglomerati cementizi deve corrispondere ai requisiti prescritti dalle leggi vigenti richiamanti al comma b) del precedente Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare miscelazione fra tipi diversi.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzia di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura. Pertanto, all'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto, i cui requisiti chimici e fisici corrispondano alle norme di accettazione di cui all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali". Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte, ma non esimerà l'Impresa dal far controllare periodicamente, anche senza la richiesta della Direzione dei Lavori, la qualità del cemento presso un Laboratorio ufficiale per prove di materiali.

Le prove dovranno essere ripetute su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle qualità del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

**Inerti.** - Dovranno corrispondere alle caratteristiche già specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali"; inoltre non dovranno essere scistososi o silicomagnesiaci.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie contenenti una percentuale superiore al 15% in peso di elementi piatti o allungati la cui lunghezza sia maggiore di 5 volte lo spessore medio.

Le miscele di inerti fini e grossi, mescolati in percentuale adeguata, dovranno dar luogo ad una composizione granulometrica costante, che permetta di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, ecc.), che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, ecc.).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere la massima compattezza del calcestruzzo con il minimo dosaggio di cemento, compatibilmente con gli altri requisiti.

Particolare attenzione sarà rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno del bleeding (essudazione) nel calcestruzzo.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 5% di materiale trattenuto al setaccio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, che dovrebbero appartenere alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima dei grani dell'inerte deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto, tenendo conto della lavorabilità dell'impasto, dell'armatura metallica e relativo copriferro, delle caratteristiche geometriche della carpenteria, delle modalità di getto e di messa in opera.

Acqua. - Provverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'Art. "Qualità e provenienza dei materiali".

L'acqua dovrà essere aggiunta nella minore quantità possibile in relazione alla prescritta resistenza ed al grado di lavorabilità del calcestruzzo, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti, in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

Additivi. - La Direzione Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se gli additivi proposti dall'Impresa potranno o no essere usati, in base alle conoscenze disponibili da precedenti lavori o sperimentazioni. Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire certificati di prove di Laboratorio ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza delle caratteristiche dei prodotti da impiegare.

#### 4.4.3. Controlli di accettazione dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per 1a determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Tutti gli oneri relativi alle prove di cui sopra, in essi compresi quelli per il rilascio dei certificati, saranno a carico dell'Impresa.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dal Direttore dei Lavori, questi potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto approvati dalla Direzione dei Lavori, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. 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  $R_{ck}$  è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata.

Nel caso che la  $R_{ck}$  non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la  $R_{ck}$  risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni approvati dalla Direzione Lavori.

Oltre ai controlli relativi alla  $R_{ck}$  la Direzione Lavori preleverà, con le modalità indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018, campioni di materiali e di conglomerati per effettuare ulteriori controlli, quali:

- a) quelli relativi alla consistenza con la prova del cono eseguita secondo le modalità riportate nell'appendice E delle norme UNI 7163-79;
- b) quelli relativi al dosaggio del cemento da eseguire su calcestruzzo fresco in base a quanto stabilito nelle norme UNI 6393-72 e 6394-69 (poiché di regola tale determinazione deve essere eseguita entro 30 minuti dall'impasto, occorre attenzione particolare nella scelta del luogo di esecuzione).

In particolare, in corso di lavorazione, sarà altresì controllata l'omogeneità, il contenuto d'aria ed il rapporto acqua/cemento.

Circa le modalità di esecuzione delle suddette prove, si specifica quanto segue.

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump test), come disposto dalla Norma UNI 7163-79. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 20 cm. Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quando il trasporto del conglomerato avviene mediante autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da 4,76 mm.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre, l'abbassamento al cono dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di 3 cm.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395-72.

Il rapporto acqua cemento dovrà essere controllato determinando l'acqua contenuta negli inerti e sommando tale quantità all'acqua di impasto.

In fase di indurimento potrà essere prescritto il controllo della resistenza a diverse epoche di maturazione, su campioni appositamente confezionati.

La Direzione Lavori si riserva di prelevare campioni di conglomerato cementizio anche da strutture già realizzate e stagionate, oppure di effettuare, sulle opere finite, armate o non, misure di resistenza a compressione, non distruttive, a mezzo sclerometro od altre apparecchiature.

La prova o misura di resistenza a mezzo sclerometro verrà eseguita nel modo seguente:

- 1) nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata una area non superiore a  $0,1 \text{ m}^2$ ; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta;
- 2) si determinerà la media aritmetica di tali valori;
- 3) verranno scartati i valori che differiscono dalla media più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala dello sclerometro;
- 4) tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- 5) se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova non sarà ritenuta valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.

Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice; la Direzione Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione. Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture già realizzate, mediante carotature, tagli con sega a disco, estrazione di grossi blocchi, ecc. (Norme UNI 6132-72)

#### 4.4.4. Confezione

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli inerti, dell'acqua, degli eventuali additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione.

La dosatura effettiva degli inerti dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese.

I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e gli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al precedente paragrafo C).

Per quanto non specificato, vale la norma UNI 7163-79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogenea, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

La lavorabilità non dovrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. Il Direttore dei Lavori potrà consentire l'impiego di aeranti, plastificanti o fluidificanti, anche non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del calcestruzzo dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura scenda al di sotto di 0°C salvo diverse disposizioni che la Direzione Lavori potrà dare volta per volta, prescrivendo, in tal caso, le norme e gli accorgimenti cautelativi da adottare; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi.

#### 4.4.5. Trasporto

Il trasporto dei calcestruzzi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego 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.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. Saranno accettate, in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del calcestruzzo alla bocca d'uscita della pompa.

Qualora il trasporto del conglomerato avvenga mediante autobetoniera l'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al precedente paragrafo C).

In ogni caso la lavorabilità dell'impasto verrà controllata con le prove di consistenza al cono di Abrams (slump test) sia all'uscita dall'impianto di betonaggio o dalla bocca dell'autobetoniera, sia al termine dello scarico in opera; la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163-79, salvo l'uso di particolari additivi.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di calcestruzzo non rispondenti ai requisiti prescritti.

#### 4.4.6. Posa in opera

Sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e di capitolato.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

I getti potranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il calcestruzzo sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche 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; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo esclusivo giudizio, riterrà tollerabili, fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. 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 vibrazione.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego di vibratore.

Tra le successive riprese di getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze d'aspetto, e la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia stata accuratamente pulita, lavata e spazzolata.

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; per questo titolo l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiori compensi e ciò neppure nel caso che, in dipendenza di questa prescrizione, il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive. Quando il calcestruzzo fosse gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento.

L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

#### 4.4.7. Vibrazione

La vibrazione superficiale sarà ammessa solo per le solette dei manufatti con spessore fino a 20 cm; quando si attui la vibrazione dei casseri, questi dovranno essere adeguatamente rinforzati e sarà opportuno fissare rigidamente ai medesimi gli apparecchi.

Per la compattazione interna del getto verranno adoperati vibratorii a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo:

Classe di consistenza	Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)
S1	25 – 30
S2	20 – 25
S3	15 – 20
S4	15 – 15
S5	5 – 10
F6	0 – 5
SCC	Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)

#### 4.4.8. Protezione dei getti

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione), senza che l'Appaltatore possa reclamare compensi di sorta, in aggiunta a quelli stabiliti dall'Elenco per i conglomerati. Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;



- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing). Si ricorda che tali prodotti non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali;
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate. In ogni caso, se la Direzione Lavori riterrà che le protezioni adottate siano state insufficienti, potrà ordinare, sempre senza che all'Appaltatore spetti compenso alcuno, il prelievo di campioni delle opere, da sottoporre alle prove del caso.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per i calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di Rck50N/mm<sup>2</sup> la maturazione deve essere curata in modo particolare.

#### 4.4.9. Regularizzazione delle superfici del getto

Si premette che i prezzi stabiliti dall'Elenco per i calcestruzzi, i casseri e le dime già prevedono e remunerano una corretta rifinitura delle superfici, senza protuberanze, placche, risalti, avvallamenti, alveolarità e simili. Per tutte le operazioni di regularizzazione sottodescritte non verrà pertanto, in nessun caso, riconosciuto un compenso aggiuntivo all'Appaltatore; per contro, la Direzione Lavori, avuto riguardo alla natura ed entità delle irregolarità ed alla rifinitura prevista, potrà sia operare congrue detrazioni sui prezzi d'Elenco, sia disporre, a tutte spese dell'Appaltatore, l'adozione di quegli ulteriori provvedimenti che ritenga idonei a garantire il pieno ottenimento delle condizioni e dei risultati richiesti dal progetto.

Fermo il principio sopraindicato, non appena effettuato il disarmo, le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

#### 4.4.10. Stagionatura e disarmo

A posa ultimata sarà curata la stagionatura dei getti in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici dei medesimi, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo. Il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Prima del disarmo, tutte le superfici non protette del getto dovranno essere mantenute umide con continua bagnatura e con altri idonei accorgimenti per almeno 7 giorni.

La rimozione delle armature 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 stabilito delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Subito dopo il disarmo si dovranno mantenere umide le superfici in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino a che non siano trascorsi 7 giorni dal getto.

Dovrà essere controllato 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 Direzione Lavori potrà prescrivere che le murature in 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.

#### **4.4.11. Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio**

È 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 ed 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 in faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

La larghezza e la conformazione dei giunti saranno stabilite dalla Direzione dei Lavori.

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 al presente Capitolato, provvederà 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 butadiene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioossipropilene, polioossicloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, può essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche 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.

È 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 di 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 di fori l'Impresa avrà diritto al compenso previsto nella apposita voce di Elenco Prezzi, comprensiva di tutti gli oneri e forniture per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

#### 4.4.12. Predisposizione di fori, tracce, cavità, ecc.

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 sedi di cavi, per attacchi di parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti, eventuali fornelli da mina, ecc.

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 facimenti, le demolizioni e le ricostruzioni 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.

#### 4.4.13. Manufatti prefabbricati prodotti in serie

(in conglomerato normale o precompresso, misti in laterizio e cemento armato, e metallici)

(Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018)

La documentazione da depositarsi ai sensi dei punti a), b), c), d) dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 dovrà dimostrare la completa rispondenza dei manufatti prefabbricati alle prescrizioni di cui alle presenti norme.

La relazione dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori. A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme. I certificati delle prove saranno conservati dal produttore.

Ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata, oltre a quanto previsto dal penultimo comma dell'art. 9, anche da un certificato di origine firmato dal produttore, il quale con ciò assume per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore, e dal tecnico responsabile della produzione previsto al precedente comma. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare la indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista.

Ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ogni fornitura di manufatti prefabbricati dovrà essere accompagnata da apposite istruzioni nelle quali vengono esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti prefabbricati potranno essere accettati senza ulteriori esami o controlli.

Copia del certificato d'origine dovrà essere allegato alla relazione del Direttore dei Lavori di cui all'art. 6 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

#### 4.4.14. Conglomerati cementizi preconfezionati

È ammesso l'impiego di conglomerati cementizi preconfezionati, purché rispondenti in tutto e per tutto a quanto avanti riportato. Valgono in proposito le specifiche prescrizioni di cui alla Norma UNI 7163-79 per quanto non in contrasto con le prescrizioni delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Anche per i calcestruzzi preconfezionati si ravvisa la necessità di predisporre ed effettuare i prelievi per le prove di accettazione nei cantieri di utilizzazione all'atto del getto per accertare che la resistenza del conglomerato risulti non inferiore a quella minima di progetto.

La garanzia di qualità dei calcestruzzi preconfezionati potrà essere comprovata a seguito di apposite prove sistematiche effettuate dai Laboratori Ufficiali di cui all'Art. 20 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 e di altri autorizzati con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici come previsto dall'articolo citato.

Tuttavia, queste prove preliminari o di qualificazione hanno il solo carattere complementare e non possono in nessun caso ritenersi sostituti ve delle indispensabili prove di controllo in corso d'opera i cui certificati dovranno essere allegati alla contabilità finale.

L'Impresa resta l'unica responsabile nei confronti della Stazione appaltante per l'impiego di conglomerato cementizio preconfezionato nelle opere in oggetto dell'appalto e si obbliga a rispettare ed a far rispettare scrupolosamente tutte le norme regolamentari e di legge stabilite sia per i materiali (inerti, leganti, ecc.) sia per il confezionamento e trasporto in opera del conglomerato dal luogo di produzione.

Ciò vale, in particolare, per i calcestruzzi preconfezionati i quali, in relazione alle modalità ed ai tempi di trasporto in cantiere, possono subire modifiche qualitative anche sensibili.

L'Impresa, inoltre, assume l'obbligo di consentire che il personale dell'Ente Appaltante, addetto alla vigilanza ed alla Direzione dei Lavori, abbia libero accesso al luogo di produzione del conglomerato per poter effettuare in contraddittorio con il rappresentante dell'Impresa i prelievi e i controlli dei materiali, previsti nei paragrafi precedenti.

#### 4.4.15. Prescrizioni particolari relative ai cementi armati ordinari

Si richiama quanto è stato prescritto nelle "Generalità" all'articolo relativo ai conglomerati cementizi semplici ed armati circa l'obbligo dell'Impresa di presentare, per il preventivo benessere della Direzione dei Lavori, nel numero di copie che saranno richieste, i disegni esecutivi ed i calcoli di stabilità delle opere in c.a. e delle centine ed armature di sostegno redatti da un progettista qualificato, nonché i computi metrici relativi.

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

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri, dovranno essere impiegati opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio.

Qualora le opere in cemento armato vengano costruite in prossimità dei litorali marini, si osserveranno le prescrizioni previste delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

L'osservanza delle stesse norme potrà essere ordinata dalla Direzione dei Lavori anche in zone in cui siano presenti acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.).

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tener registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Nei prezzi di appalto, si intendono comprese e compensate tutte le spese per la compilazione degli elaborati esecutivi, quelle delle prove di carico delle strutture e del collaudo statico delle stesse, nonché le spese per le prove dei materiali che verranno impiegati nella costruzione, quelle dei saggi e dei rilievi.

Durante l'esecuzione delle opere la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare tutte quelle cautele, limitazioni, prescrizioni di ogni genere, che essa riterrà necessarie nell'interesse della regolarità e sicurezza del transito ed alle quali l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi senza poter accampare pretese di indennità o compensi di qualsiasi natura e specie diversi da quelli stabiliti dalle presenti Norme Tecniche e relativo Elenco Prezzi.

#### 4.4.16. Prescrizioni particolari relative ai cementi armati precompressi

Oltre a richiamare quanto è stato prescritto agli articoli relativi ai conglomerati cementizi ed ai cementi armati ordinari, si dovranno rispettare le Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

In particolare, nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, l'Impresa dovrà curare l'esatto posizionamento delle guaine, in conformità ai disegni di progetto, mediante l'impiego di opportuni distanziatori e, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto di proteggere i cavi dalla corrosione, curerà che le guaine vengano iniettate con malta di cemento reoplastica, fluida e priva di ritiro.

Tale malta, preferibilmente pronta all'uso, non dovrà contenere cloruri, polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge, si precisa quanto segue:

1) la fluidità della malta di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh <sup>(1)</sup> all'entrata e all'uscita di ogni guaina; l'iniezione continuerà finché la fluidità della malta in uscita non sarà uguale a quella della malta in entrata;

---

<sup>(1)</sup> *Misura della fluidità con il cono di Marsh.*

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro  $d$  variabile da mm 8 a mm 11.

La fluidità della malta sarà determinata misurando i tempi di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm<sup>3</sup>, il tempo totale di scolo va diviso per due). La fluidità della malta sarà ritenuta idonea quando il tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta sarà compreso tra 13 e 25 minuti secondi. La scelta del diametro dell'ugello dovrà essere fatta sulla base degli abachi in figura, rispettivamente per cavi a fili e a trefoli:

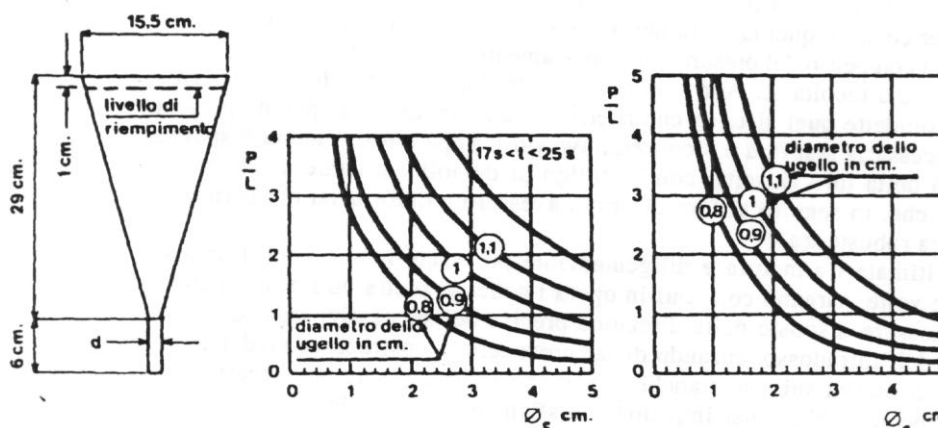
- 2) prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di mm 2 di lato;
- 3) l'essudazione <sup>(2)</sup> non dovrà essere superiore al 2% del volume;
- 4) l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità (4.000 ÷ 5.000 giri/min con velocità tangenziale minima di 14 m/sec). È proibito l'impasto a mano;
- 5) il tempo di inizio presa non dovrà essere inferiore a 3 ore;
- 6) è tassativamente prescritta la disposizione dei tubi di sfiato in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali.

Egualemente dovranno essere disposti tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi o con forte dislivello.

## 4.5 ARMATURE METALLICHE

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );



### CONO DI MARSH

### A FILI

### A TREFOLI

Dove:

- P = pressione dell'iniezione ( $\text{g/cm}^2$ )  
 L = lunghezza della guaina (cm)  
 $\varnothing_e = \sqrt[n]{\varnothing G^2 - n \cdot \varnothing f^2}$  [diametro equivalente in fusione della guaina ( $\varnothing G$ ), del diametro dei fili ( $\varnothing f$ ) e del loro numero (n)].

<sup>(2)</sup> Misura della essudazione della malta

Si opera con una provetta graduata cilindrica ( $250 \text{ cm}^3$ ,  $\varnothing 6 \text{ cm}$ , con 6 cm di malta). La provetta deve essere tenuta in riposo e al riparo dell'aria. La misura si effettua 3 ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16\text{mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6\text{ mm} \leq \varnothing \leq 12\text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6\text{ mm} \leq \varnothing \leq 12\text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018 e controllati con le modalità riportate nel citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nelle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovranno essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, 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 delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente

Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

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, dieci 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 D.P.R. 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.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

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 descritti in precedenza. 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).

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

Diametro barra	Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci
Diametro $\leq 16\text{mm}$	4 diametri



Diametro > 16mm	7 diametri
-----------------	------------

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

Si definisce copriferro minimo il valore della distanza tra la tangente del ferro più esterno e la superficie del conglomerato (quantità netta di calcestruzzo priva di armatura). Il copriferro dovrà essere fissato in accordo con Eurocodice 2 – UNI 1992-1-1 Novembre 2005 al punto 4.4.1 in funzione delle classi di esposizione ambientale determinate da UNI EN 206-1. Tale valore non potrà mai essere inferiore a quello prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Nella posa in opera delle armature si dovranno rispettare tutte le prescrizioni, anche se più restrittive di quelle di legge, che il progetto statico detterà in ordine all'ancoraggio dei ferri ed alle giunzioni. I sostegni provvisori installati per assicurare il corretto distanziamento delle armature dovranno essere tolti con il procedere dei getti, evitando che abbiano a rimanervi inglobati.

#### 4.6 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER MANUFATTI STRADALI, ELEMENTI SPECIALI, PARAPETTI ECC.

Per la esecuzione di opere di completamento del corpo stradale e delle opere d'arte quali: parapetti, copertine di muri di sostegno, d'ala, di recinzione, soglie, cordonate, cantonali, ecc., verrà confezionato e posto in opera perfettamente costipato, con appositi vibratori, un conglomerato cementizio avente un  $R_{ck} < 30 \text{ N/mm}^2$ .

Ferme restando tutte le prescrizioni inserite negli articoli relativi agli aggregati, alla confezione e posa in opera dei conglomerati per opera in c.a., si terrà presente che l'aggregato grosso da impiegare dovrà avere dimensioni massime di mm 20.

La costruzione delle armature o casseforme dovrà essere effettuata con particolare cura, onde ottenere una perfetta esecuzione del getto e le precise misure e sagome prescritte dalla Direzione dei Lavori o riportate nei disegni di progetto.

Nelle opere in cui venissero richiesti giunti di dilatazione o contrazione, l'Impresa è in obbligo di eseguirli a perfetta regola, a distanza conveniente e secondo le prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori; del relativo onere si è tenuto conto nella determinazione del relativo prezzo di elenco.

#### 4.7 CASSEFORME, ARMATURE E CENTINATURE

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie 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 atto a consentire la realizzazione delle opere 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'appaltatore è tenuto 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 particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie,
- tranvie, ecc.;

- per le interferenze con servizi di soprassuolo 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 e le dime potranno essere metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

I casseri e le dime non potranno tuttavia essere reimpiegati quando risultino deformati, ammaccati, sbrecciati o comunque lesionati, ovvero quando le loro superfici, anche dopo pulizia, si presentino incrostate o la loro struttura si sia indebolita in modo da temere deformazioni o cedimenti durante il getto.

Nel collocare in opera, o nel realizzarvi, i casseri e le dime, si dovrà avere cura di rispettare in tutto le dimensioni previste per le opere; verificato che il posizionamento risulta corretto, si procederà quindi al bloccaggio ed ancoraggio, contrastando adeguatamente le parti che debbono sopportare le spinte maggiori durante il getto, così da evitare spostamenti.

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto. per il loro uso, in nessun caso potrà essere riconosciuto all'Appaltatore un compenso, che si intende già compreso nei prezzi stabiliti dall'Elenco per i conglomerati, in rapporto alle caratteristiche prescritte dal capitolato per le superfici.

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 17 gennaio 2018.

Nel caso di getti facciavista, i casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

## 4.8 IMPERMEABILIZZAZIONI

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso dei volti dei manufatti, compresi ponti, viadotti, sottovia, etc., mediante:

- a) guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati;
- b) con membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

Per i ponti ed opere similari quali viadotti, sottovia, cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, etc., i materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione.

In particolare, dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;

- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di  $-10^{\circ}$  e  $+60^{\circ}$  C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

### 4.8.1. Guaine bituminose.

I materiali da usare e le modalità di messa in opera saranno i seguenti:

- pulizia delle superfici - sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'asportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; le superfici dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer - sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa 0,5 kg/m<sup>2</sup> di massa bituminosa analoga a quella della guaina, da applicare a freddo (in emulsione acquosa o con solvente);
- tipo di guaina - sarà preformata, di spessore complessivo pari a 3 ÷ 4 mm, di cui almeno 2 mm di massa bituminosa; l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup>, i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di al meno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con fiamma e spatola metallica;
- resistenza e punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A<sub>1</sub> o G<sub>0</sub>): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G<sub>2</sub>L e G<sub>2</sub>T): 60 Kg/8 cm.

La massima cura dovrà essere seguita nella sistemazione delle parti terminali della guaina in modo da impedire infiltrazioni di acqua al di sotto del manto; la Direzione Lavori potrà richiedere l'uso di maggiori quantità di massa bituminosa da spandere sul primer per una fascia di almeno 1 metro in corrispondenza di questi punti, o altri accorgimenti analoghi per assicurare la tenuta.

Una certa attenzione dovrà essere osservata nella fase di rinterro, evitando di usare a diretto contatto della guaina rocce spigolose di grosse dimensioni.

#### 4.8.2. Membrane elastiche.

La posa in opera delle membrane verrà preceduta dalla preparazione delle superfici di calcestruzzo da progettare, consistente in una accurata pulizia con aria compressa delle superfici.

La stuccatura di lesioni o vespai e/o l'asportazione di creste di calcestruzzo sarà decisa di volta in volta dalla Direzione Lavori.

Dopo aver posizionato a secco le singole membrane, curandone l'esatta sovrapposizione nei punti di giunzione, le stesse verranno riavvolte per procedere all'impregnazione del sottofondo con gli appositi adesivi. Le superfici da incollare comprenderanno l'intera superficie da coprire o parte di essa (zone delle sovrapposizioni, sommità del manufatto, punti in cui è possibile l'infiltrazione dell'acqua, ecc.) e la scelta verrà di volta in volta effettuata dalla Direzione Lavori. Steso l'adesivo si srotoleranno le membrane esercitando sulle stesse la pressione necessaria per ottenere il collegamento al supporto.

Le giunzioni verranno sigillate mediante processo di vulcanizzazione da ottenersi con aria calda prodotta con appositi cannelli elettrici.

Le zone così saldate dovranno essere poi pressate con rullino. In alcuni casi (posizioni della giunzione critica nei confronti delle infiltrazioni) la Direzione Lavori potrà richiedere la doppia saldatura

I risvolti finali delle membrane dovranno essere realizzati in modo da non permettere infiltrazioni di acqua; termineranno quindi o in scanalature da sigillare con mastici elastici, oppure verranno ricoperti con profili metallici non ossidabili da inchiodare al supporto.

Le caratteristiche delle membrane dovranno essere le seguenti:

- peso compreso tra 1 e 1,5 Kg/m<sup>2</sup>;
- resistenza alla trazione (ASTM - D 412) a temperatura ambiente, 70 Kg/cm<sup>2</sup>;

- resistenza agli agenti ossidanti (ozono), 12 ore in atmosfera pari a 50 mg/m<sup>2</sup> senza formazione di microfessure o altre alterazioni.

## 4.9 VERNICIATURE

### 4.9.1. Generalità.

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica; le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono le seguenti:

### 4.9.2. Ciclo "A"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato - Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco (Zn Cr O<sub>4</sub>), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC % <sup>(1)</sup>	< 36%
- % pigmenti sul totale polveri	< 82%
- tipi di pigmento	minio - ZnCrO <sub>4</sub>
- legante secco %	25%
- spessore del film	80÷100 μ
- metodo di applicazione	pennello

2° strato - Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con: rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- tipo di legante	clorocaucciù
- PVC %	< 41%
- % pigmento sul prodotto finito	< 14%
- tipi di pigmento	rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco %	28%
- spessore del fil	80 ÷ 100 μ
- metodo di applicazione	pennello

---

<sup>(1)</sup> Concentrazione volumetrica del pigmento.

3° strato - Mano di finitura: clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante clorocaucciù acrilica
- PVC %  $\leq 26\%$
- % pigmento sul prodotto finito  $\leq 26\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ )
- legante secco % 33%
- spessore del film  $40 \mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue.

Ciclo di verniciatura "A"

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù acrilica
PVC %	$\leq 36\%$	$\leq 41\%$	$\leq 26\%$
% pigmenti sul totale polveri	$\leq 82\%$	---	--
% pigmento sul prodotto finito	---	$\leq 14\%$	$\leq 26\%$
Tipi di pigmento	minio, cromato di zinco ( $\text{ZnCrO}_4$ )	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ )
Legante secco%	25%	28%	33%
Spessore del film	$80 \div 100 \mu$	$80 \div 100 \mu$	$40 \mu$
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello-rullo

#### 4.9.3. Ciclo "B"

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato - Mano di fondo epossidica pigmentata con  $\text{ZnCrO}_4$  (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul prodotto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC %  $\leq 36\%$
- % pigmento sul totale polveri  $\leq 25\%$
- tipo di pigmento cromato di zinco  $\text{ZnCrO}_4$
- legante secco % 26%
- spessore del film  $30 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello

2° strato - Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ ), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante epossidico
- PVC%  $\leq 40\%$
- % pigmento sul prodotto finito  $\leq 11\%$
- tipo di pigmento biossido di titanio ( $\text{TiO}_2$ )
- legante secco % 26%

- spessore del film 80 ÷ 100 µ
- metodo di applicazione pennello

3° strato - Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante. Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monometri volatili non superiore allo 0,7% (ASTM D 2615767 T):

- tipo legante poliuretanico
- PVC % < 16%
- % pigmento sul prodotto finito < 26%
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 39%
- spessore del film 30 ÷ 40 µ
- metodo di applicazione pennello o rullo

Ciclo di verniciatura "B"

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	Epossidico	epossidico	poliuretanica
PVC %	< 36%	< 40%	< 16%
% pigmento sul totale polveri	< 25%	---	--
% pigmento sul prodotto finito	---	> 11%	> 26%
Tipi di pigmento	Cromato di zinco (ZnCrO <sub>4</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
Legante secco%	26%	26%	39%
Spessore del film	30 ÷ 40 µ	80 ÷ 100 µ	30 ÷ 40 µ
Metodo di applicazione	Pennello	pennello	pennello-rullo

#### 4.9.4. Ciclo "C".

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti verniciati.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato - Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri < 55%
- tipo di pigmento ossido di piombo, cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-
- cromati di piombo
- legante secco (resina) % < 18%
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca < 60%
- spessore del film secco 35 ÷ 40 µ
- metodo di applicazione pennello o rullo

2° strato - Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti e riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2ª mano:

- tipo di legante oleofenolico
  - % pigmenti sul totale polveri < 55%
  - tipi di pigmento ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro
  - legante secco (resina) % < 18%
  - tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
  - % olio nella resina secca < 60%
  - spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
  - metodo di applicazione pennello, rullo, airless
- 3° strato - Mano intermedia alchidica modificata con olii vegetali e clorocaucciù, il cui rapporto in peso, a secco, dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3ª mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
  - % pigmenti sul totale polveri < 55%
  - tipi di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
  - % di TiO<sub>2</sub> sul totale pigmento < 30%
  - legante secco (resina) % < 40%
  - tipo di olio nel legante olio vegetale
  - % olio nella resina secca < 60%
  - spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
  - metodo di applicazione pennello, rullo, airless
- 4° strato - Manto di finitura alchimica modificata con olii vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4ª mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- % pigmenti sul totale polveri < 55%
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- % TiO<sub>2</sub> sul totale pigmento < 30%
- legante secco (resina) % < 40%
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca < 60%
- spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

Ciclo di verniciatura "C"

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
Tipo di legante	Oleofenolico	oleofenolico	alchidico cloro-caucciù	Alchidico cloro-caucciù
% di pigmenti sul totale polveri	< 55%	< 55%	< 55%	< 55%
Tipi di pigmento	Ossido di piombo (minio), cromati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	Ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silicocromati di piombo, ossido di ferro	Biossido di titanio ftalocianina bleu	Biossido di titanio, ftalocianina bleu



% di TiO <sub>2</sub> sul totale pigmenti	---	---	< 30%	< 30%
Legante secco (resina) %	< 18	< 18	< 40	< 40
Tipo di olio nel legante	Olio di lino e/o legno	Olio di lino e/o legno	Olio vegetale	Olio vegetale
% olio nella resina secca	< 60	< 60	< 60	< 60
Spessore del filo secco	35 ÷ 40 µ	35 ÷ 40 µ	35 ÷ 40 µ	35 ÷ 40 µ
Metodo di applicazione	Pennello rullo	Pennello rullo – airless	Pennello rullo – airless	Pennello rullo – airless

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relative ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n. 555 (S.O. alla G.U. n. 15 del 20.1.1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18.4.1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20.2.1988 n. 141 (G.U. n. 104 del 5.5.1988).

#### 4.9.5. Preparazione del supporto.

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

#### 4.9.6. Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive.

1) Le caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI3351, sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta	6h	60° C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261-66)	12h	35° C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I. 5687-73)	12h	35° C
Radiazione ultravioletta	6h	60° C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub>	12h	35° C

Dopo questo ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito.

2) Ingiallimento: secondo norma DIN 53230. Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

3) Ruggine e Blistering (ASTM D 714-56) (DIN 53210):

Ciclo "A"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

Ciclo "B"	Blistering:	1° strato = 9M 2° strato = 9M 3° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)
Ciclo "C"	Blistering:	1° strato = 9F 2° strato = 9F 3° strato = 9M 4° strato = 9F
	Ruggine:	RO (ruggine assente)

4) Adesione (DIN 53151):

Ciclo "A" $G_{t0} + G_{t1}$	(stacco nullo al massimo del 5%)
Ciclo "B" $G_{t0}$	(stacco nullo)
Ciclo "C" $G_{t0} + G_{t1}$	(stacco nullo al massimo del 5%)

5) Spessore films secchi:

Ciclo "A"	1° strato = 90 $\mu$ 2° strato = 80 $\mu$ 3° strato = 40 $\mu$
Ciclo "B"	1° strato = 30 $\mu$ 2° strato = 90 $\mu$ 3° strato = 35 $\mu$
Ciclo "C"	1° strato = 35 $\mu$ 2° strato = 35 $\mu$ 3° strato = 35 $\mu$ 4° strato = 35 $\mu$

6) Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1000 giri con carico di 1 kg.

Il valore espresso come perdita di peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

7) Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

8) Prova di piegatura a 180° (su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino  $\varnothing$  4 mm.

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

#### 4.9.7. Prove di accettazione dei prodotti.

L'Impresa dovrà preventivamente inviare presso un laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);

b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilante in tutte le loro voci e fogli per le:

- caratteristiche di composizione: foglio A;

- caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere, nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale di solvente. Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti

componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrofotometrica all'infrarosso. La Direzione Lavori potrà fase accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IP su detti materiali. Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N.	Prova (ciclo "A")	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9 <sup>F</sup>	9 <sup>M</sup>	9 <sup>F</sup>
2	Ruggine	RO		
3	Adesione	G <sub>to</sub> + G <sub>t1</sub>		
4	Spessore films secchi	90 μ	80 μ	40 μ
5	Abrasione			
6	Brillantezza iniziale			
7	Brillantezza finale			

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N.	Prova (ciclo "B")	Fondo	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9 <sup>M</sup>	9 <sup>M</sup>	9 <sup>F</sup>
2	Ruggine	RO		
3	Adesione	G <sub>to</sub>		
4	Spessore films secchi	30 μ	90 μ	35 μ
5	Abrasione			
6	Brillantezza iniziale			
7	Brillantezza finale			

Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)

N.	Prova (ciclo "C")				
1	Blistering	9 <sup>F</sup>	9 <sup>F</sup>	9 <sup>M</sup>	9 <sup>F</sup>
2	Ruggine	RO			
3	Adesione	G <sub>to</sub> + G <sub>t1</sub>			
4	Spessore films secchi	35 μ	35 μ	35 μ	35 μ
5	Abrasione				< 10 mg
6	Brillantezza iniziale				< 90 mg
7	Brillantezza finale				< 80 mg

#### 4.10 SOVRASTRUTTURA STRADALE

**(Strati di fondazione, di base, di collegamento e di usura, trattamenti superficiali)**

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

Alle banchine sarà invece assegnata la pendenza trasversale del 2,50%.

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 pendenza che la Direzione dei Lavori stabilirà in relazione al raggio della curva e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dalla Direzione dei Lavori, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio.

L'Impresa indicherà alla Direzione dei Lavori i materiali, le terre e la loro provenienza, e le granulometrie che intende impiegare strato per strato, in conformità degli articoli che seguono.

La Direzione dei Lavori ordinerà prove su detti materiali, o su altri di sua scelta, presso altri Laboratori Ufficiali. Per il controllo delle caratteristiche tali prove verranno, di norma, ripetute sistematicamente, durante l'esecuzione dei lavori, nei laboratori di cantiere.

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

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

Salvo che non sia diversamente disposto dagli articoli che seguono, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo m 4,50 disposto secondo due direzioni ortogonali; è ammessa una tolleranza in più o in meno del 350, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre alla usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sul ponte, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

#### 4.10.1. Strati di fondazione

##### Circolarità dei prodotti da costruzione (§2.3.1 DM 5/08/2024)

Il progetto di nuova costruzione di strade prevede l'impiego di prodotti da costruzione con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, secondo le percentuali minime di seguito indicate, garantendo complessivamente le stesse prestazioni ottenibili con materiali di primo impiego. Nel caso di interventi su strade esistenti, la materia recuperata proviene, per quanto possibile dallo stesso corpo stradale oggetto di intervento.

##### *Strati di fondazione o base in pavimentazioni flessibili e semirigide*

Fondazione in misto granulare non legato	≥ 50%
Fondazione in misto granulare legato (con legante idraulico o legante idrocarburico)	≥ 50%
Misto cementato	≥ 50%

Le percentuali minime indicate nelle seguenti tabelle si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. Nei conglomerati bituminosi a caldo, con bitumi normali e con bitumi modificati, l'utilizzo di granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiore alle percentuali minime indicate nelle tabelle, a prescindere dall'impiego di altre tipologie di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, non deve incidere negativamente sugli aspetti prestazionali e su quelli funzionali della pavimentazione.

Per il raggiungimento di prestazioni non inferiori a quelle di progetto possono essere utilizzati impianti di produzione adeguati o tecnologie innovative, additivi, leganti bituminosi appositamente formulati e qualsiasi altro prodotto in grado di compensare l'eventuale riduzione della prestazione provocata dall'impiego di una maggiore quantità di granulato.

Il progetto prevede che l'impresa presenti, unitamente allo studio della miscela, una relazione che descrive i materiali e le tecnologie proposte. Tale relazione deve illustrare le specifiche tecnologie produttive ed esecutive e i materiali che si intendono impiegare e deve essere corredata da documentazione tecnico-scientifica, studi di laboratorio e applicazioni in vera grandezza atti a dimostrare che il maggior quantitativo di granulato di conglomerato bituminoso non incide negativamente sulla vita utile della pavimentazione, cioè che la miscela proposta deve avere prestazioni non inferiori a quelle del progetto a base di gara e deve rispettare tutti i requisiti prestazionali imposti dalle specifiche norme tecniche.

○ FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE

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

L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere; materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a cm 20 e non inferiore a cm 10

a. Caratteristiche del materiale da impiegare.

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- 1) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Miscela passante: % totale sul peso
Crivello 71	100
Crivello 40	75 ÷ 100
Crivello 25	60 ÷ 87
Crivello 10	35 ÷ 67
Crivello 5	25 ÷ 55
Setaccio 2	15 ÷ 40
Setaccio 0,4	7 ÷ 22
Setaccio 0,075	2 ÷ 10

- 3) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a  $\frac{2}{3}$ ;
- 4) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- 5) equivalente in sabbia <sup>(4)</sup> misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65. Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in

sabbia (65) potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR di cui al successivo comma 6);

- 6) indice di portanza CBR <sup>(2)</sup>, dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottima di costipamento.

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

*b. Studi preliminari*

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate dalla Direzione Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno.

Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

*c. Modalità esecutive*

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

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato. Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa.

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento).

---

<sup>(1)</sup> N. 4 ASTM. La prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento.

<sup>(2)</sup> ASTM D 1883/61 - T, oppure C.N.R. - U.N.I. 10009 - Prove sui materiali stradali; indice di portanza C.B.R. di una terra.

Il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata <sup>(1)</sup>

Il valore del modulo di compressibilità  $M_E$ , misurato con il metodo di cui all'art. "Movimenti di terre", ma nell'intervallo compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm<sup>2</sup>.

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

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

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

#### ○ FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

##### a. Descrizione

Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei lavori.

---

<sup>(1)</sup> AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio ¾". Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di 25 mm, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$d_t = \frac{d_r P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i}$$

dove:

$d_r$  = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quella AASHO modificata determinata in laboratorio;

$d_i$  = densità della miscela intera;

$P_c$  = peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

$x$  = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a 35 mm, compresa tra il 25 e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine  $x$ , dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso di trattenuto al crivello da 25 mm).

Comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm o inferiore a 10 cm.

**b. Caratteristiche dei materiali da impiegarsi**

Inerti. Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la D.L. potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm) aventi i seguenti requisiti:

- 1) l'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- 2) granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

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

- 3) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore o uguale al 30%;
- 4) equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;
- 5) indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

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

Verrà ammessa una tolleranza di  $\pm 5\%$  fino al passante al crivello 5 e di  $\pm 2\%$  per il passante al setaccio 2 e inferiori.

Legante. Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno).

A titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

Acqua. Dovrà essere esente da impurità dannose, olii, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con una variazione compresa entro  $\pm 2\%$  del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

**c. Miscela - Prove di laboratorio e in sito**

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

Resistenza. Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. -U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio. Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di cm 17,78.



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

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

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Lo stesso di casi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini confezionati come sopra detto dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm<sup>2</sup> e non superiori a 4,5 N/mm<sup>2</sup> ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" <sup>(1)</sup> non inferiore a 0,25 N/mm<sup>2</sup>. (Questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di  $\pm 15\%$ , altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

#### d. Preparazione

La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di miscela.

#### e. Posa in opera

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci vibranti o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di

---

(1) Prova a trazione mediante compressione di provini cilindrici posti orizzontalmente alla pressa. La resistenza a trazione viene calcolata secondo:

$$\sigma_2 = \frac{2P}{\pi d h}$$

con:

$\sigma_2$  = resistenza trazione in N/mm<sup>2</sup>;  
P = carico di rottura in kg;  
d = diametro del provino cilindrico in cm;  
h = altezza del provino cilindrico in cm.

costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla D.L. su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C né sotto pioggia. Potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25°C e i 30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine, le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15°C ÷ 18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1 ÷ 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

*f. Protezione superficiale*

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

*g. Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione*

La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

Ciò potrà essere ottenuto attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro. La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15 ÷ 20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105 ÷ 110°C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto.

Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b del presente articolo.

La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 m<sup>3</sup> di materiale costipato.

La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre  $\pm 20\%$ ; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm<sup>2</sup>, per la compressione e 0,25 N/mm<sup>2</sup> per la trazione.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di m 4,50 di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

#### 4.10.2. Strati bitumati

##### Circularità dei prodotti da costruzione (§2.3.1 DM 5/08/2024)

Il progetto di nuova costruzione di strade prevede l'impiego di prodotti da costruzione con un contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, secondo le percentuali minime di seguito indicate, garantendo complessivamente le stesse prestazioni ottenibili con materiali di primo impiego. Nel caso di interventi su strade esistenti, la materia recuperata proviene, per quanto possibile dallo stesso corpo stradale oggetto di intervento.

##### Strati in conglomerato bituminoso per pavimentazioni flessibili e semirigide

Conglomerati con bitumi normali	
Base o Base/binder	≥ 35%
Collegamento o Binder	≥ 30%
Usure chiuse	≥ 15%

Conglomerati con bitumi modificati con polimeri oppure conglomerati bituminosi additivati con <i>compound</i> polimerici	
Base o Base/binder	≥ 25%
Collegamento o Binder	≥ 20%
Usure chiuse e drenanti	≥ 10%

Le percentuali minime indicate nelle seguenti tabelle si intendono come somma dei contributi dati dalle singole frazioni utilizzate. Nei conglomerati bituminosi a caldo, con bitumi normali e con bitumi modificati, l'utilizzo di granulato di conglomerato bituminoso in quantità superiore alle percentuali minime indicate nelle tabelle, a prescindere dall'impiego di altre tipologie di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, non deve incidere negativamente sugli aspetti prestazionali e su quelli funzionali della pavimentazione.

Per il raggiungimento di prestazioni non inferiori a quelle di progetto possono essere utilizzati impianti di produzione adeguati o tecnologie innovative, additivi, leganti bituminosi appositamente formulati e qualsiasi altro prodotto in grado di compensare l'eventuale riduzione della prestazione provocata dall'impiego di una maggiore quantità di granulato.

Il progetto prevede che l'impresa presenti, unitamente allo studio della miscela, una relazione che descrive i materiali e le tecnologie proposte. Tale relazione deve illustrare le specifiche tecnologie produttive ed esecutive e i materiali che si intendono impiegare e deve essere corredata da documentazione tecnico-scientifica, studi di laboratorio e applicazioni in vera grandezza atti a dimostrare che il maggior quantitativo di granulato di conglomerato bituminoso non incide negativamente sulla vita utile della pavimentazione, cioè che la miscela proposta deve avere prestazioni non inferiori a quelle del progetto a base di gara e deve rispettare tutti i requisiti prestazionali imposti dalle specifiche norme tecniche.

##### Pavimentazioni rigide (In calcestruzzo o resina)

Fondazione in misto granulare	≥ 50%
Misto cementato	≥ 50%
Lastra in calcestruzzo	≥ 5%

Per pavimentazioni ad elementi, ossia una pavimentazione nella quale la sovrastruttura è formata, nella sua parte più superficiale, da elementi separati e giustapposti, quali cubetti, blocchi, basoli, lastre, masselli di calcestruzzo, ecc., eventualmente sigillati in opera nei giunti, almeno il 5% per realizzare lo strato pedonale, carrabile o ciclabile della pavimentazione.

Per le piste ciclabili, il contenuto minimo di materia recuperata, riciclata o di sottoprodotti, riferito al peso del prodotto finito, secco su secco, deve essere di almeno il 70%, quando l'intervento è inclusivo sia del corpo stradale che della pavimentazione.

Nei conglomerati bituminosi a freddo destinati alla manutenzione stradale di emergenza, per esempio per la chiusura di buche, è previsto l'impiego di almeno il 50% di granulato di conglomerato bituminoso.

#### o STRATO DI BASE

##### a. Descrizione

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

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

##### b. Materiali inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle norme C.N.R. - 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del B.U. C.N.R. n. 34 (28.3.1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere al seguente requisito:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.

In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:

- equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30.3.1972) superiore a 50.

Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti;

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

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

##### c. Legante

Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60 ÷ 70.

Esso dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - fasc. II/1951, per il bitume 60 ÷ 80, salvo il valore di penetrazione a 25°C, che dovrà essere compreso fra 60 e 70, ed il punto di rammollimento,

che dovrà essere compreso fra 47°C e 56°C. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di rammolimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29.12.1971; B.U. C.N.R. n. 35 (22.11.1973); B.U. C.N.R. n. 43 (6.6.1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29.10.1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17.3.1976).

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20 u - 500 v}{u + 50 v}$$

dove:

u = temperatura di rammolimento alla prova "pallo-anello" in °C (a 25° C).

v = log. 800 - log. Penetrazione bitume in dmm (a 25° C)

d. *Miscela*

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

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

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3,5% e il 4,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15.3.1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà superare quest'ultima di oltre 10°C.

e. *Controllo dei requisiti di accettazione*

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

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

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

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

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

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

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

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

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30.3.1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23.3.1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

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

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

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

f. *Formazione e confezione delle miscele*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

*g. Posa in opera delle miscele*

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

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

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m<sup>2</sup>.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una striscia alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.



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

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

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

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

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marstall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera secondo la norma B.U. C.N.R. n. 40 (30 marzo 1973), su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

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

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

#### ○ STRATI DI COLLEGAMENTO (BINDER) E DI USURA

##### a. Descrizione

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'Art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

##### b. Materiali inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Per strati di collegamento:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore al 25%;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953.

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Per strati di usura:

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHO T 96, inferiore od uguale al 20%;
- almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm<sup>2</sup>, nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, inferiore a 0,015;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953, con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%;

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

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

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell'Art. 5 delle Norme del C.N.R. predetto ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHO T 176, non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 ÷ 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

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

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il 6 ÷ 8% di bitume ed alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

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

c. Legante

Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60 ÷ 70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d. Miscela

o STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER).

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante: % totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,4	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati. Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300. Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

o STRATO DI USURA

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante: % totale in peso
Crivello 15	100
Crivello 10	70 ÷ 100
Crivello 5	43 ÷ 67
Setaccio 2	25 ÷ 45

Setaccio 0,4	12 ÷ 24
Setaccio 0,18	7 ÷ 15
Setaccio 0,075	6 ÷ 11

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

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

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza; il valore della stabilità Marshall (prova B.U. C.N.R. n. 30 del 15 marzo 1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre, il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.

La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.

La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;

b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;

c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;

d) grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferentesi alle condizioni di impiego prescelte, in permeamometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a  $10^{-6}$  cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

e. Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

f. Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

g. Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitumeaggregato ("dopes" di adesività).

Esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori:

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

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

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

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

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

#### ○ TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmataura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

#### ○ *Trattamento con emulsione a freddo*

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg 3 per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e  $\text{dm}^3$  12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e  $\text{dm}^3$  8 di graniglia da mm 5 a mm 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massiciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massiciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato si preleveranno i campioni con le modalità stabilite precedentemente.

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

○ *Trattamento con bitume a caldo*

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m<sup>2</sup> di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari saranno eseguiti, con la stessa tecnica, a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m<sup>3</sup> 1,20 per 100 m<sup>2</sup>, dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzuole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

○ *Trattamento a caldo con bitume liquido*

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

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo VII delle norme del 1957 del C.N.R.

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

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambientali inferiori agli 8°C.

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso altri Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m<sup>2</sup> previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Appaltatore.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà alla sparsa della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto della sparsa, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Appaltatore provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine, l'Appaltatore provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

## 4.11 CONGLOMERATI BITUMINOSI A CALDO RIGENERATI IN IMPIANTO FISSO E MOBILE

### 4.11.1. Descrizione

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti. La messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato "materiale da riciclare", proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

### 4.11.2. Materiali inerti

Le percentuali minime del materiale da riutilizzare non dovranno essere inferiori al 50%. Il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali. Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

### 4.11.3. Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto d) che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

### 4.11.4. Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).



La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi)

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato.

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm).

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N. 200 (0.074).

c = % di aggregato passante al N. 200.

d = 0.15 per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15.

d = 0.18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10.

d = 0.20 per un passante al N. 200 [ 5.

f = parametro compreso normalmente fra 0.7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$Pn = Pt - (Pv \times Pr)$$

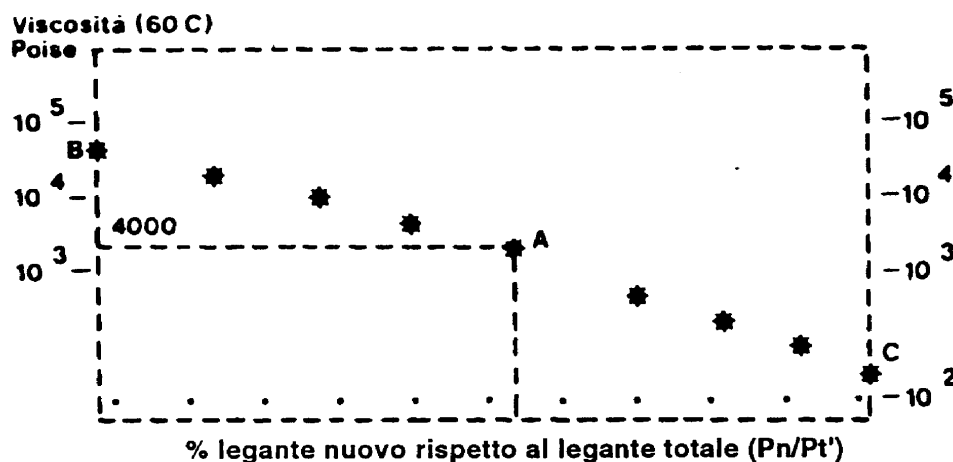
in cui:

Pv = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti).

Pr = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- la viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di  $P_n/P_t$  ed il valore della viscosità di 4000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto.

Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2000 poise.

Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma - viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo - una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

- K = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.
- M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto.
- F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussees"; i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (Norma C.N.R.). Il parametro J1 dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo  $J_p$  a 40°C viene fissato il limite superiore di

$20 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{da N.s.}$

e) Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

#### 4.11.5. Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore-mescolatore. Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la

bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130 ÷ 140 gradi centigradi).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

#### 4.11.6. Posa in opera delle miscele

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

### 4.12 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

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

### 4.13 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

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

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 dall'Ente Appaltante.

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.

#### 4.14 CORDONATA IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori.

Saranno di norma lunghi cm 100, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o casi particolari per i quali la Direzione dei Lavori potrà richiedere dimensioni minori.

Il calcestruzzo per il corpo delle cordonate dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup>. Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento di cordonatura dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L. ed a spese dell'Impresa, saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm<sup>2</sup>), 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. Gli elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo del tipo di fondazione di classe 100. Gli elementi di cordolo verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 Kg di cemento normale per m<sup>3</sup> di sabbia.

#### 4.15 TUBAZIONI MANUFATTI E CAMERETTE PER OPERE IDRAULICHE

##### 4.15.1. Tubazioni

I materiali di tubazione sono suddivisi fra materiali utilizzabili nell'ambito della costruzione di impianti a rete e per la costruzione delle fognature.

Per dette realizzazioni potranno essere usati i seguenti tipi di tubazioni:

- in acciaio, saldato e non saldato;
- in ghisa grigia;
- in ghisa a grafite sferoidale;
- in PVC rigido non plastificato;
- in polietilene ad alta densità;

- in polipropilene
- in resina termoindurente rinforzata con PRFV;
- in cemento armato;
- in cemento armato precompresso.

Per i tubi per adduzione in pressione, ove applicabile, devono innanzitutto essere garantiti i requisiti delle norme indicate nella tabella I del D.M. 12 dicembre 1985 di cui al punto 36.12.

Inoltre, per ciascuna categoria di prodotto si riportano di seguito le norme UNI di riferimento:

a) tubazioni in acciaio saldato e non saldato

Le norme UNI di riferimento, oltre a fornire le specificazioni per i tubi saldati e non e per i relativi giunti, prendono in considerazione i calcoli di sicurezza dei tubi, le pressioni massime di esercizio e i vari tipi di rivestimento protettivo.

Norme di riferimento sono:

UNI 1284, UNI 1285, UNI ISO 4200, UNI ISO 5256, UNI 5745, UNI 636, UNI 6363 FA 199-86, UNI 7472, UNI 8863, UNI 8863 FA 1-89, UNI 9099, UNI 10190, UNI 10191, UNI 10416, UNI EN 10232, UNI EN 10233, UNI EN 10234, UNI EN 10235, UNI EN 10236, UNI EN 10237.

b) tubazioni in ghisa grigia

Le norme UNI di riferimento prendono in considerazione i tubi, i giunti, i raccordi ed i pezzi speciali necessari per la costituzione del sistema.

Norme di riferimento sono:

UNI 5336, UNI 5337, UNI 5338, UNI 5339, UNI 6558, UNI 6559, UNI 6562, UNI 6563, UNI 6564, UNI 6565, UNI 6566, UNI 6567, UNI 6568, UNI 6569, UNI 6570, UNI 6571, UNI 6572, UNI 6573, UNI 6574, UNI 6575, UNI 6578, UNI ISO 8179, UNI 10269.

c) tubazioni in ghisa sferoidale

Le norme UNI di riferimento prendono in considerazione tubi, giunti e raccordi, nonché i sistemi di rivestimento interno ed esterno di questo tipo di tubazioni.

Norme di riferimento sono:

UNI EN 545, UNI ISO 4179, UNI 6600, UNI ISO 8179, UNI 9163, UNI 9164, UNI 10269, UNI ISO 10802.

d) tubazioni in PVC rigido non plastificato

Le norme UNI prendono in considerazione e tubi, raccordi, giunti e metodi di; è inoltre disponibile un rapporto tecnico ISO sulla resistenza chimica di questo materiale ai vari tipi di fluido

Norme di riferimento sono:

UNI EN 580, UNI ISO TR 7473, UNI 7441, UNI 7442, UNI 7448, UNI 7449, UNI 8470, UNI 8471.

e) tubi di polietilene ad alta densità

Le norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI ISO TR 7474, UNI 7611, UNI 7611 FA 1-91, UNI 7612, UNI 7612 FA 1-94, UNI 7615, UNI 7616, UNI 7616 FA 90-79, UNI 10520, UNI 10521.

f) tubi di polipropilene

Le norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI ISO TR 7472, UNI 7990, UNI 7991.

g) tubi in resina termoidurente rinforzata con PRFV

Le norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI EN 1225, UNI EN 1226, UNI EN 1228, UNI EN 1259/1, UNI 9032, UNI 9032 FA 1-94, UNI 9033/1, UNI 9033/2, UNI 9033/3, UNI 9033/4, UNI 9033/5, UNI 9033/6, UNI 9033/7, UNI 9033/8, UNI 9033/9, UNI 9033/10, UNI 9033/11, UNI 9033/12, UNI 9033/13, UNI 9033/14, UNI 9033/15, UNI 9033/16, UNI 9033/17.

h) tubazioni in calcestruzzo e calcestruzzo armato

Le norme di riferimento per tubi, raccordi e pezzi speciali sono:

UNI EN 639, UNI EN 640, UNI EN 641.

i) tubazioni in calcestruzzo armato precompresso

Le norme UNI prendono in considerazione tubi con e senza cilindro, giunti e pezzi speciali e prevedono specifiche caratteristiche per l'acciaio di precompressione dei tubi.

Norme di riferimento sono:

UNI EN 642.

Norma di riferimento per quanto riguarda la misurazione della portata entro condotti in pressione di forma circolare è la UNI 6894.

Per quanto riguarda le tubazioni metalliche sono da tenere presenti le norme sulla protezione catodica UNI 9782, UNI 9783, UNI 10265, UNI 10362, UNI 10405.

Per la realizzazione delle fognature potranno essere usati i seguenti tipi di tubazioni:

in PVC rigido non plastificato

- in Polietilene ad alta densità
- in fibro-cemento
- in grès
- in ghisa sferoidale
- in calcestruzzo non armato
- in polipropilene.

Per i tubi utilizzati in fognatura, ove applicabile, devono innanzitutto essere garantiti i requisiti delle norme indicate nella tabella II del D.M. 12 dicembre 1985.

a) Tubazioni in PVC rigido non plastificato

Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI 7443+FA 178-87, UNI 7447, UNI 7448, UNI 7449.

b) Tubazioni in Polietilene ad alta densità

Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI 7613, UNI 7615, UNI 8451.

c) Tubazioni in fibro-cemento

Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI EN 588/1, UNI 6159.

d) Tubazioni in grès

Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI EN 295/1, UNI EN 295/2, UNI EN 295/3, UNI EN 295/4, UNI EN 295/5, UNI EN 295/6, UNI EN 295/7, UNI 9159.

e) Tubazioni in ghisa sferoidale

Norme di riferimento per tubi, raccordi, e rivestimento esterno sono:

UNI EN 598, UNI ISO.

f) Tubazioni in calcestruzzo non armato

Norme di riferimento sono:

UNI 9534.

Altre informazioni possono essere ottenute dal progetto di SS UNI E07040880.

g) Tubazioni in polipropilene

Norme di riferimento per tubi e raccordi sono:

UNI 8319, UNI 8319 FA 1-91, UNI 8320, UNI 8321, UNI 8531, UNI 8536.

Norme di riferimento di carattere generale, per quanto riguarda connessioni di scarico e collettori fognari esterni agli edifici, sono le UNI 752/1, UNI 752/2, UNI 752/3.

#### *Posa su fondo sagomato*

Di norma, i tubi potranno essere posati direttamente sul fondo della fossa solo quando il livello stabile delle eventuali acque di falda si mantenga depresso rispetto allo stesso ed il terreno abbia consistenza granulosa fine

In tal caso il fondo sarà sagomato una volta sistemato in senso longitudinale secondo le esatte livellette di progetto in modo da assicurare una regolare ripartizione del carico gravante sui tubi, che dovranno perfettamente aderirvi per tutta la loro lunghezza e per la necessaria larghezza, evitando appoggi su ponti o linee. In particolare, per i tubi circolari, l'angolo della superficie di posa sarà normalmente di 90° riducibili fino a 60° purché di ciò si sia tenuto conto nel calcolo statico.

Quando i tubi hanno i giunti a bicchiere, per l'alloggiamento di quest'ultimo, sarà scavato un apposito incavo nel fondo della fossa.

#### *Posa su fondo non sagomato*

La Direzione dei Lavori, valutate tutte le circostanze particolari e sempreché ai tubi sia assicurato un ricoprimento minimo di un metro, potrà autorizzare la posa del condotto su fondo non sagomato. In tal caso, i tubi dovranno essere rinfiacati molto accuratamente con sabbia, ghiaietta o calcestruzzo, a seconda delle prescrizioni, eseguendo l'operazione esclusivamente a mano.

#### *Posa su sottofondo*

In presenza di ghiaia grossa e roccia, non è ammessa la posa dei tubi direttamente sul fondo; in questi casi sarà scavata una fossa più profonda e nello spazio ricavato verrà gettato, secondo le prescrizioni, uno strato di sabbia, ghiaietto o conglomerato cementizio, quest'ultimo di norma ad un tenore Rck 150 kg/cm<sup>2</sup>. Nella formazione del letto di posa, sul fondo della fossa, il materiale introdotto dovrà essere accuratamente costipato e subito dopo adattato alla forma del tubo, affinché questo appoggi perfettamente.

*Sottofondo realizzato mediante inerti*

Lo spessore minimo del letto di sabbia e ghiaietto sarà pari a 10 cm. più un decimo del diametro nominale del tubo.

*Sottofondo in conglomerato cementizio*

presenza di acque di falda e nei casi imposti dalla D.L., il sottofondo dovrà essere realizzato in conglomerato cementizio con resistenza cubica Rck 150 kg/cm<sup>2</sup>. Per le tubazioni di diametro fino 20 cm., la platea dello spessore minimo di 10 cm., dovrà avere una larghezza pari al diametro interno del tubo più 20 cm.. Per le tubazioni di diametro oltre i 20 cm., la platea dovrà avere una larghezza pari al diametro interno del tubo, più 1/8 dello stesso e più 10 cm.. I rinfiocchi dovranno essere eseguiti sulla larghezza della platea fino ai 2/3 del diametro del tubo con smusso alla sommità. Ad evitare appoggi puntiformi o lineiformi, prima della posa del tubo, si dovrà stendere sul sottofondo uno strato di malta fresca di adeguato spessore.

*Modalità di posa:*

Indipendentemente dalla natura del piano di posa, qualora i giunti debbano essere sigillati in opera, nonché in tutti i casi in cui siano da posare tubi con bicchiere, nel fondo della fossa dovranno essere lasciati appositi incavi che consentano una agevole e corretta esecuzione della giunzione. Prima della posa, si dovrà verificare che i tubi non mostrino danneggiamenti; calandoli nella fossa, poi si dovrà procedere con la cura necessaria a non danneggiare il condotto già realizzato o il letto di posa predisposto. I tubi saranno posati procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

Non si procederà in alcun caso al reinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione, mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

#### 4.15.2. Disposizioni particolari

##### ○ TUBI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE ED ARMATO

Per la preparazione del fondo e le modalità di posa si richiamano le disposizioni generali descritte. Dovendosi procedere al taglio di un tubo, si farà in modo di operare sull'elemento più a monte, o meglio, su quello più a valle della tratta, e ciò prima di calarlo nella trincea. Nel taglio si opererà con ogni diligenza, prestando attenzione a non incrinare lo spezzone da utilizzare e curando la ortogonalità della superficie di taglio rispetto all'asse del tubo. L'integrità degli spezzoni dovrà essere verificata accertando la corretta sonorità del tubo, posto verticalmente su di un sostegno rigido, alla percussione con un martello. Di norma le estremità tagliate verranno convenientemente inglobate nel getto dei muri perimetrali delle camerette. Qualora i tubi siano dotati di rivestimento di fondo, questo, durante la posa, dovrà essere costantemente tenuto nella giusta posizione, in modo da risultare, una volta in opera, esattamente simmetrico rispetto al piano verticale passante per l'asse del tubo; ove ciò non fosse, il tubo dovrà essere sfilato, ripetendo quindi, in modo corretto, le operazioni di posa; l'aggiustamento del tubo mediante rotazione non è ammesso.

Posato un tratto di condotto, realizzate le giunzioni secondo le modalità precisate al successivo punto 3 - previste dal progetto o che saranno prescritte, assicuratisi che il condotto sia convenientemente immorsato e presenti sufficiente rigidità, si procederà, ove occorra, alla formazione dei fori per le immissioni secondo le modalità prescritte. Appena eseguiti i fori, l'interno del condotto dovrà essere accuratamente pulito con mezzi idonei e solo successivamente verrà dato corso alle operazioni occorrenti per l'esecuzione degli allacciamenti. Ottenutane l'autorizzazione dalla Direzione dei Lavori, si effettuerà infine l'ordinario reinterro.

##### ○ TUBI IN POLI-CLORURO DI VINILE (P.V.C.) E DI POLIETILENE (PE)



I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi di policloruro di vinile dovranno corrispondere alle norme di unificazione U.N.I.5443-64; U.N.I.5444-64; U.N.I.7447-75 nonché a quanto prescritto nei progetti di norme di U.N.I.ificazione U.N.I.-PLAST CT 246 per tubi di P.V.C. rigido per condotte di scarico interrate e alle norme di unificazione U.N.I.7613, U.N.I.8452 e alle prescrizioni del progetto U.N.I.PLAST 348 per tubi di polietilene per condotte di scarico interrate. Tubazioni e raccordi dovranno avere i marchi dell'Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.) e sopra ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio.

I giunti e la realizzazione degli stessi dovranno rispettare le modalità precisate al successivo punto 3.

Modalità di posa:

Il collocamento in opera della tubazione di P.V.C. e PE si effettua su fondo di scavo stabile e accuratamente livellato in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti onde il tubo possa appoggiarsi in tutta la sua lunghezza.

Le tubazioni dovranno essere ancorate con idonei collari di conglomerato cementizio magro posti a distanza non superiore a tre metri l'uno dall'altro. La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente a permettere una sistemazione corretta del fondo ed il collegamento della tubazione; pertanto il fondo dello scavo dovrà essere uguale al diametro esterno del tubo aumentato di 20 cm. da ciascuna parte. Prima della posa in opera del tubo verrà steso sul fondo dello scavo uno strato di materiale incoerente quale sabbia, pozzolana o terra vagliata, di spessore non inferiore a 15 cm., sul quale verrà posato il tubo che dovrà poi essere reinfiancato per almeno 15 cm. per lato e ricoperto con lo stesso materiale incoerente per uno spessore non inferiore a 20 cm. commisurato sulla generatrice superiore.

Su detto ricoprimento dovrà essere sistemato il materiale di risulta dello scavo per strati non superiori a 30 cm. di altezza, costipati e bagnati se necessario. Il ricoprimento totale del tubo a partire dalla generatrice superiore non dovrà essere inferiore a:

- 120 cm. sotto superficie di traffico fino a 20.000 kg/f.
- 80 cm. sotto superficie libera da traffico o con traffico fino a 12.000 kg/f. Per i valori di profondità inferiore, il ricoprimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e di ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente.

(I valori in kg/f. si ottengono moltiplicando i valori in N per il fattore di conversione 0,102 ovvero ricavandoli dalla U.N.I.7202-73).

#### ○ GIUNZIONI RIGIDE

Vengono di norma realizzate mediante sigillatura in puro cemento tipo R = 425, per tubi - generalmente in conglomerato cementizio semplice - con giunto ad incastro. Le due testate da congiungere saranno accuratamente pulite e quindi abbondantemente bagnate; verrà quindi applicato il legante, dapprima sull'invaso del tubo già in opera e successivamente sul risalto di quello da posare; quest'ultimo verrà infine spinto contro il precedente, facendo rifluire all'esterno ed all'interno del giunto il legante eccedente. Raschiate con cura tutte le escrescenze, si procederà - se del caso aggiustandola - alla verifica della esatta collocazione dell'elemento, immorsandolo quindi accuratamente nel modo previsto o prescritto.

#### ○ GIUNZIONI SEMIRIGIDE

Vengono realizzate in opera, per la sigillatura di condotti con giunto a bicchiere, mediante stoppa e corda di canapa catramata e malta di cemento. Prodotti specifici - La corda da impiegare per la sigillatura dei giunti deve essere uniformemente imbevuta e sufficientemente secca, in modo che 500 gr. della stessa, sottoposti per 5 minuti ad un carico di 300 kg, lascino uscire, alla temperatura di 35°C, nemmeno una goccia della sostanza di imbibizione.

Modalità esecutive:

La stoppa o la corda viene avvolta attorno alla testa del tubo, previa pulizia della stessa e del bicchiere. Effettuato l'infilaggio secondo le norme in precedenza dettate, la stoppa, o la canapa, verrà ben compressa a stecca e mazzuolo

fino a riempire il bicchiere, se del caso con aggiunta e zeppaggio di altri giri di materiale, per 1/3 della sua profondità. Dopo la posa di un tratto di condotto, si provvederà a rettificarne la posizione planimetrica ed altimetrica e a bloccarlo nella esatta giacitura e livelletta.

Verranno quindi eseguite le stuccature, utilizzando, di norma, pasta di puro cemento tipo R = 425, con cui sarà riempito il restante spazio del bicchiere, comprimendo il legante con apposito attrezzo o con le dita protette da guanti in gomma. Si realizzerà infine, e si liscierà a cazzuola, un raccordo, con inclinazione verso l'esterno, tra bicchiere e tubo, e con l'apposito raschietto si avrà cura di asportare tutta le escrescenze che fossero rimaste.

#### ○ GIUNZIONE PLASTICHE A CALDO

Vengono realizzate in opera, per la sigillatura di condotti con giunti a bicchiere, mediante corda di canapa catramata e mastice bituminoso versato a caldo.

#### Prodotti specifici

La corda catramata da impiegare per la sigillatura dei giunti dovrà, presentare le caratteristiche di cui al precedente paragrafo "Prodotti specifici per le giunzioni semirigide". Con la dizione "mastice bituminoso" sono qui indicati dei particolari prodotti ottenuti mescolando ad una base di bitume, pece di catrame di carbon fossile, o altre simili sostanze plastiche, dei materiali riempitivi insolubili in acqua.

Tali prodotti debbono avere un punto di rammollimento di almeno 70°C, non infragilirsi, ma rimanere ancora sufficientemente tenaci e resistenti ai colpi, alla temperatura di 0°C, e presentare un punto di fusibilità inferiore a 180°C. La prima prova sarà eseguita con metodo dell'anello e della palla; la seconda consisterà nell'accertare che almeno due palle su tre, formate con 50 gr. di prodotto e lasciate cadere da un'altezza di 3 m. alla temperatura di 0°C, non abbiano né a scoppiare, né a fessurarsi; per la terza verrà utilizzato un viscosimetro da catrame con ugello da 7 mm. di diametro, dal quale, alla temperatura prescritta, dovranno uscire 50 cm<sup>3</sup>. di prodotto in meno di 25 secondi. I prodotti medesimi dovranno, a richiesta, essere sottoposti anche a prove sulla stabilità (Prova Mussel DIN 4038 - foglio 1;2,7), sul potere adesivo (Prova Güntrel DIN 4038 - foglio 1;3,3) e sulla resistenza alla penetrazione delle radici (DIN 4038 - foglio 1;3,4).

I prodotti impiegati nella fabbricazione dei mastici bituminosi - ferma la corrispondenza di questi ultimi alle prestazioni di cui sopra - non dovranno avere effetti tossici sugli operai addetti all'esecuzione della giunzione o sulle acque

freatiche circostanti. In particolare, è proibito utilizzare fenoli volatili come additivi per impedire la penetrazione delle radici.

#### Modalità esecutive:

Per la realizzazione delle giunzioni plastiche a caldo, si dovrà operare su tubi perfettamente puliti ed asciutti. Provveduto all'accurata pulizia delle estremità da collegare, queste verranno anzitutto verniciate con il mastice da impiegare nelle giunzioni e si inizierà la posa solo allorché la vernice sarà ben secca. L'operazione potrà anche essere eseguita fuori dalla trincea; in questo caso, si avrà cura, nel calare il tubo, di non danneggiare il rivestimento e se ne ripeterà, prima della posa, la pulizia. L'infilaggio del tubo, la posa della canapa ed il bloccaggio del condotto seguiranno quindi secondo quanto prescritto al precedente paragrafo. Si provvederà quindi alla posa dell'apposito anello per la chiusura dello spazio cavo del bicchiere rimasto libero, curando che in alto, ma con leggera asimmetria rispetto alla generatrice superiore, sia lasciata un'apertura di 5÷10 cm. di larghezza; gli anelli dovranno avere, per ciascun tipo di tubo, la corrispondente forma, lunghezza e spessore; essi verranno bloccati, rendendo nel contempo impermeabile la cavità, mediante un cuscinetto di argilla. Questa dovrà essere pulita, plastica e possedere buone caratteristiche di aderenza; si provvederà a bagnarla in un adatto contenitore e a lavorarla con continuità, in modo da formare una massa malleabile.

Il mastice deve essere fuso con cura in un idoneo crogiolo e portato alla temperatura prescritta dal Fabbrikante, comunque non superiore ai 180°C, da mantenere costante e continuamente controllata con un termometro. Esso sarà frequentemente mescolato, soprattutto prima di versarlo nel giunto, in modo che le sostanze di riempimento si ripartiscano uniformemente nella massa.

Installato l'anello di colatura, il materiale verrà travasato con un cucchiaino in un apposito secchiello preriscaldato, munito di becco per il corretto versamento nel giunto. La colatura verrà eseguita nel lato più basso della cavità predisposta, sì da consentire all'aria di uscire dall'alto, al vertice del tubo, e verrà proseguita allo stesso modo finché il mastice non sia risalito sino all'apertura. In seguito, verrà versato a più riprese, altro materiale, finché il livello non si abbasserà più.

Il contenuto del secchiello che non venga subito riutilizzato deve essere versato nel crogiolo. Eventuali residui di quest'ultimo dovranno essere rimossi prima di ogni nuovo riempimento.

Eseguite le giunzioni, i tubi dovranno essere protetti da scosse sino a completo irrigidimento del materiale colato e gli anelli non dovranno essere levati anzitempo.

#### ○ GIUNZIONI IN RESINE POLIURETANICHE

Le fasce costituenti gli elementi di tenuta delle giunzioni in resine poliuretaniche - utilizzate di norma per il collegamento di tubi in grès - vengono realizzate fuori opera. Allo scopo, la resina viene colata, allo stato liquido, attorno alla punta e all'interno del bicchiere dei tubi, dopo che tali superfici sono state preparate in modo da garantire la perfetta aderenza della resina.

#### Prodotti specifici

La miscela da impiegare per la formazione delle giunzioni in resina poliuretanica avrà carico di rottura a trazione non inferiore a 38 kg/cmq. e allungamento a rottura pari almeno al 100%. il carico di rottura allo strappo sarà superiore a 14 kg/cmq., la durezza Shore sarà compresa tra 63 e 65.

Le fasce, per forma ed elasticità, dovranno consentire di angolare due elementi adiacenti fino ad un massimo di 5° per tubi fino al diametro di 35 cm. compreso e 3° per tubi di diametro maggiore; dovranno inoltre, senza perdite, consentire un movimento telescopico di almeno 16 mm. tra punta e manicotto e sopportare un carico di taglio di 10 kg per ogni cm. di diametro del tubo.

#### Modalità esecutive:

Nella posa dei tubi con giunzioni in resine poliuretaniche si dovranno osservare norme analoghe a quelle dettate al precedente comma per le giunzioni con anelli in gomma. Si dovrà inoltre curare che il contrassegno speciale, posto su ciascuna estremità dei tubi, corrisponda con quello degli elementi già in opera e con la generatrice più alta del condotto.

#### ○ GIUNZIONI PER TUBAZIONI DI CEMENTO ARMATO

E' vietato l'impiego di quei tubi che presentino sbeccature e scheggiature d'estremità larghe o lunghe oltre 15 mm., in questi casi la parte danneggiata potrà essere asportata mediante taglio con idonea sega e la parte restante potrà essere riutilizzata nel caso di tubi fino al diametro di 300 mm.

Se il danneggiamento riguardasse il bicchiere, questo dovrà essere completamente asportato, ed il giunto potrà essere effettuato mediante manicotto a doppio bicchiere. Prima di procedere alla giunzione dei tubi dovrà essere effettuata l'accurata pulizia delle testate dei bicchieri e dei manicotti.

I tubi a bicchiere dovranno essere collegati con giunti elastici. Tra la testata liscia del tubo ed il fondo del bicchiere a collegamento compiuto, dovrà risultare un distacco di circa 5-6 mm., ottenuto con opportuni accorgimenti o con l'inserimento di un elemento elastico.

La sigillatura del bicchiere dovrà essere eseguita con malta plastica o con guarnizioni in gomma. L'unione dei tubi senza bicchiere sarà realizzata mediante apposito manicotto a giunti elastici. I tipi dei giunti elastici dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori, comunque i giunti dovranno essere tali che per il loro collocamento non sia necessario battere né sui materiali costituenti il giunto né sui tubi. L'estremità del manicotto dovrà essere sigillata come indicato per i giunti a bicchiere.

○ GIUNZIONI DI TUBAZIONI DI POLI-CLORURO DI VINILE (P.V.C.) E DI POLIETILENE (PE)

Le giunzioni dovranno essere eseguite secondo le modalità indicate dalla ditta fabbricante il prodotto impiegato.

Le giunzioni fra tubi di P.V.C. dovranno essere del tipo a collegamento scorrevole e tali da consentire il movimento assiale delle tubazioni.

Il tipo di giunto dovrà essere approvato dal Direttore dei Lavori dopo l'esito favorevole delle prove di tenuta alla pressione interna ed esterna.

Le giunzioni di tubi in P.V.C. con tubi di acciaio e di ghisa dovranno essere realizzate mediante l'interposizione di un tratto di tubo di piombo.

Le giunzioni di tubi di P.V.C. con tubi di cemento amianto-cemento e ceramici, muniti di bicchiere, dovranno essere realizzate infilando in questi l'estremità liscia del tubo di P.V.C. preventivamente cartellato all'estremità, sigillando poi con corda di canapa e sigillante elastomerico.

L'interno del bicchiere e l'estremità del tubo da unire dovranno essere puliti, sgrassati ed asciutti. Le giunzioni da realizzare per le tubazioni di PE dovranno essere approvate dalla D.L. e scelte secondo le necessità di posa: saldatura di testa eseguita con piastra elettrica; a manicotto; a flangia.

○ PROVE DI IMPERMEABILITÀ

A richiesta della Direzione dei Lavori, prima del reinterro dovrà essere eseguita una prova di impermeabilità secondo le modalità di seguito indicate.

○ PROVA DI IMPERMEABILITÀ DELLE GIUNZIONI

Per verificare l'impermeabilità delle giunzioni di un tratto di canalizzazione, questa sarà normalmente sottoposta ad un carico idraulico di 0,5 atmosfere; fanno eccezione le giunzioni in resine poliuretaniche per tubazioni in grès, che saranno sottoposte ad un carico di 0,7 kg/cmq., se il condotto è rettilineo, e di almeno 1,5 kg/cmq., se i vari elementi sono tra loro angolati entro i limiti ammissibili. Prima di iniziare la prova, si procederà a sigillare i due tubi esterni del tratto da esaminare. La tubazione verrà quindi riempita d'acqua avendo cura che non subisca spostamenti o sollevamenti, per il che, se necessario, si dovranno adottare idonei congegni di sicurezza, lasciando in ogni caso libere le giunzioni, in modo da poter individuare con facilità eventuali punti permeabili. L'acqua sarà quindi sottoposta per 15 minuti alla pressione di prova, che potrà essere indifferentemente controllata con manometro o un piezometro. Se durante il tempo prescritto la pressione diminuisce, si deve aggiungere altra acqua, in modo da mantenere costantemente il valore iniziale; se tuttavia si notano punti permeabili, la prova deve essere interrotta per riparare i difetti, eventualmente mediante sostituzione dell'intero tubo che perde, e successivamente ripetuta durante altri 15 minuti.

○ PROVA DI IMPERMEABILITÀ DELLA CANALIZZAZIONE

Per verificare l'impermeabilità di un tratto di canalizzazione, questa sarà preparata come previsto al precedente paragrafo sull'impermeabilità delle giunzioni, con la sola variante che, prima di dare inizio alla prova, i tubi dovranno essere saturi d'acqua.

A tale scopo, quando i tubi siano in conglomerato cementizio, la canalizzazione sarà riempita d'acqua 24 ore prima della prova, mentre se sono in grès, dovranno essere sottoposti alla pressione di 0,5 atm. 1 ora prima della prova.

Anche questa prova avrà una durata di 15 minuti, ma la pressione dovrà essere in ogni caso di 0,5 atm. e sarà misurata esclusivamente con piezometro, in modo da poter verificare la quantità d'acqua aggiunta.

I quantitativi massimi di acqua che possono essere perduti dai vari tipi di canalizzazioni sono riassunti nella tabella appresso riportata, avvertito che, se durante la prova si notano punti permeabili, essa deve essere interrotta, procedendo quindi come prescritto per la identica ipotesi al precedente paragrafo sull'impermeabilità delle giunzioni.

#### 4.15.3. Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio

○ DISPOSIZIONI RELATIVE ALLA FORNITURA

Le disposizioni seguenti si riferiscono ai manufatti e dispositivi diversi prefabbricati in conglomerato cementizio semplice, armato o unito a parti di ghisa, che non siano oggetto di una specifica regolamentazione. In presenza di apposite disposizioni di Legge o di Regolamento, le norme seguenti debbono intendersi integrative e non sostitutive.

○ DISPOSIZIONI COSTRUTTIVE

Non vengono dettate prescrizioni particolari per quanto attiene al tipo degli inerti, alla qualità e alle dosi di cemento adoperato, al rapporto acqua cemento, alle modalità d'impasto e di getto. Il Fabbrikante prenderà di sua iniziativa le misure atte a garantire che il prodotto risponda alle prescrizioni di qualità più avanti indicate.

- All'accertamento di tale rispondenza si dovrà procedere prima dell'inizio

della fabbricazione dei manufatti e tutte le volte che nel corso della stessa vengano modificate le caratteristiche degli impasti. Nei prefabbricati in conglomerato cementizio armato, i ferri devono essere coperti da almeno 15 mm. di calcestruzzo.

I prefabbricati anche quelli uniti a parti in ghisa, non possono essere trasportati prima d'aver raggiunto un sufficiente indurimento.

PROVA D'IMPERMEABILITÀ CANALIZZAZIONI					
Canalizzazioni in conglomerato cementizio semplice		Canalizzazioni in conglomerato cementizio armato		Canalizzazioni in grés	
Sezione	Aggiunta d'acqua l./mq di sup. bagnata	Sezione	Aggiunta d'acqua l./mq. di sup. utile	Sezione	Aggiunta d'acqua l./mq. di sup. utile
circolare Ø		circolare Ø		circolare Ø	
10-25 cm	0,40	10-25 cm	0,20	10-150 cm	0,20
30-60 cm	0,30	30-60 cm	0,15		
70-100 cm	0,25	70-100 cm	0,13		
oltre 100 cm	0,20	oltre 100 cm	0,10		
ovoidale		ovoidale			
30 x 45 cm	0,30	30x45 cm	0,15		
50 x 75 cm		50x75 cm			
60 x 90 cm	0,25	60x90 cm	0,13		
80 x 120 cm		80x120 cm			
90 x 135 cm	0,20	90x135 cm	0,10		
120 x 180 cm		120x180 cm			

○ PRESCRIZIONI DI QUALITÀ

Il conglomerato cementizio impiegato nella confezione dei prefabbricati dovrà

presentare, dopo una maturazione di 28 giorni, una resistenza caratteristica pari a:

- 200 kg/cmq. per i manufatti da porre in opera all'esterno delle carreggiate stradali;

- 400 kg/cmq. per i manufatti sollecitati da carichi stradali (parti in

conglomerato di chiusini di camerette, anelli dei torrini d'accesso, pezzi di copertura dei pozzetti per la raccolta delle acque stradali, ecc.).

Gli elementi prefabbricati debbono essere impermeabili all'acqua, qualora tuttavia l'impermeabilità a pressioni superiori a 0,1 atm. non venga assicurata da un intonaco impermeabile o da analogo strato, si procederà alla prova

secondo le norme stabilite per i tubi in conglomerato cementizio semplice. Gli elementi prefabbricati non devono presentare alcun danneggiamento che ne diminuisca la possibilità d'impiego, la resistenza o la durata.

○ PROVA DI RESISTENZA MECCANICA

La prova di resistenza alla compressione dovrà essere eseguita secondo le disposizioni del D.M.30-5-1972, su provini formati contemporaneamente alla fabbricazione dei pezzi di serie. In casi particolari potranno tuttavia essere usati anche cubetti ricavati dai prefabbricati o da loro frammenti.

- Prova di impermeabilità (a pressioni inferiori a 0,1 atm.).

- Prova su elementi interi.

Dovrà essere eseguita su tre pezzi da collocare diritti e riempiti d'acqua. Se i pezzi non hanno fondo, si dovrà curare l'impermeabilità del piano d'appoggio e la sua sigillatura con il campione in esame. Si deve operare ad una temperatura compresa tra 10° e 20°C, assicurando una sufficiente protezione dalle radiazioni solari e dalle correnti d'aria intermittenti.

I pezzi da provare vengono riempiti d'acqua fino a 10 mm. sotto il bordo superiore; a questo livello è convenzionalmente attribuito il valore zero. Coperti i campioni; si misura dopo tre ore l'abbassamento del livello, aggiungendo nuova acqua fino all'altezza precedente (livello zero). Analogamente si procede dopo altre 8,24 e 48 ore; l'ultima lettura è effettuata 72 ore dopo il primo rabbocco. I pezzi sottoposti alla prova sono considerati impermeabili se la media degli abbassamenti del livello liquido nei tre campioni, misurati nell'intervallo dalla ottava alla ventiquattresima ora dal 1° rabbocco, si mantiene inferiore a 40 mm. per ogni m. di altezza di riempimento. I singoli valori di abbassamento non possono tuttavia scostarsi dalla media in misura superiore al 30%.

Qualora i valori degli abbassamenti nell'intervallo dall'8 alla 24 ora non rientrino nei suddetti limiti, assumeranno valore determinante, ai fini dell'accettazione della fornitura, la media e gli scarti degli abbassamenti nell'intervallo tra la 48 e la 72 ore dal 1° rabbocco.

La comparsa di macchie o singole gocce sulla superficie esterna dei campioni non potrà essere oggetto di contestazione, sempreché l'abbassamento dello specchio liquido si mantenga entro i limiti di accettabilità.

○ PROVA SUI FRAMMENTI

Va eseguita quando la forma del prefabbricato non consente il riempimento con acqua. Si opera su tre campioni, ricavati da punti diversi del pezzo, con dimensioni di almeno 150x150 mm.. Sulla superficie interna dei campioni si applica, con perfetta sigillatura, un cilindro con diametro interno di 40 mm. ed altezza di circa 550 mm.

La superficie di prova del campione è quella interna al cilindro e a contatto con l'acqua, la superficie di osservazione è quella intersecata, sull'altra faccia del campione, dal prolungamento della superficie del cilindro. Tutte le restanti superfici del campione devono essere spalmate con cera o prodotti simili. Ciò fatto, il cilindro viene riempito d'acqua fino all'altezza di 500 mm., da mantenere costante, con eventuali rabbocchi, nelle successive 72 ore. Il cilindro deve essere coperto, ma non stagno all'aria. Dopo 72 ore di tale trattamento, sulla superficie di osservazione non deve apparire nessuna goccia.

○ COLLAUDO

Valgono le corrispondenti norme stabilite per i tubi in conglomerato cementizio armato.

#### 4.15.4. Chiusini per camerette

○ MATERIALI E FORME

Di norma, per la copertura dei pozzi di accesso alle camerette, verranno adottati chiusini in sola ghisa grigia o in ghisa grigia unita a calcestruzzo o ghisa sferoidale.

I telai dei chiusini saranno di forma quadrata o rettangolare, delle dimensioni di progetto; i coperchi saranno di forma rotonda o quadrata a seconda dei vari tipi di manufatti, tuttavia con superficie tale da consentire al foro d'accesso una sezione minima corrispondente a quella di un cerchio del diametro di 600 mm.

#### ○ CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Le superfici di appoggio, tra telaio e coperchio debbono essere lisce e sagomate in modo da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino traballamenti. La Direzione Lavori si riserva tuttavia di prescrivere l'adozione di speciali anelli in gomma o polietilene da applicarsi ai chiusini.

La sede del telaio e l'altezza del coperchio dovranno essere calibrate in modo che i due elementi vengano a trovarsi sullo stesso piano e non resti tra loro gioco alcuno.

Salvo diversa prescrizione della Direzione dei Lavori, dovranno essere adottati coperchi con fori di aereazione aventi una sezione totale almeno pari a quella di un tubo di 150 mm. di diametro. Nel caso di chiusini muniti dei fori di ventilazione potrà essere richiesta l'installazione di idonei cestelli per la raccolta del fango, le cui caratteristiche verranno all'occorrenza prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Ogni chiusino, dovrà portare, ricavata nella fusione, e secondo le prescrizioni particolari della Direzione dei Lavori, l'indicazione della Stazione appaltante.

#### ○ CARICO DI PROVA

Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i chiusini dovranno essere garantiti, per ciascuno degli impieghi sottoelencati, al carico di prova - da indicare, ricavato in fusione, su ciascun elemento a fianco indicato:

- su strade statali e provinciali ed in genere pubbliche con intenso traffico di scorrimento 40 t.
- su strade senza traffico di scorrimento ed in generale strade pubbliche con traffico leggero 25 t.
- su strade private trafficate 15 t.
- su banchine di strade pubbliche e strade private solo leggermente trafficate 5 t.
- in giardini e cortili con traffico pedonale 0,6 t.

Per carico di prova s'intende quel carico, applicato come indicato al successivo paragrafo in corrispondenza del quale si verifica la prima fessurazione.

#### ○ PROVA DI RESISTENZA MECCANICA

##### PRESCRIZIONI GENERALI

Valgono, con gli occorrenti adattamenti, le prescrizioni relative ai tubi in calcestruzzo di cemento armato.

Numero degli elementi da sottoporre a prova - Per la loro ammissibilità - ai fini dell'accertamento di rispondenza alla fornitura - i certificati dovranno riferirsi a prove sino a rottura eseguite su almeno tre elementi per ogni tipo e dimensione di chiusino che debba essere installato. Alle prove dirette dovrà essere sottoposto un elemento ogni 100 oggetti di fornitura; a tal fine le forniture verranno arrotondate, in più o in meno, a seconda dei casi, al più prossimo centinaio. Tuttavia, anche per forniture inferiori ai cento, ma di almeno venti elementi, si provvederà, sempre a spese dell'Appaltatore, all'esecuzione di una prova.

##### ESECUZIONE DELLA PROVA

Il telaio del chiusino verrà posato sul supporto della macchina di prova con l'interposizione di un sottile strato di gesso, sì da garantirne la perfetta orizzontabilità. La forza di pressione verrà esercitata perpendicolarmente al centro del coperchio per mezzo di un piatto del diametro di 200 mm. il cui bordo inferiore risulti arrotondato con raggio di 10 mm.. Il

piatto dovrà essere posato sul coperchio con l'interposizione di un sottile strato di gesso, di feltro o di cartone per garantire il perfetto, completo appoggio. La pressione dovrà essere aumentata lentamente e continuamente con incrementi che consentono il raggiungimento del carico di prova in 4 minuti primi, ma verrà arrestata, nel caso non si siano verificate fessurazioni, al 90% di tale valore. Qualora invece anche uno solo degli elementi sottoposti a prova si fessurasse, si procederà senz'altro a sottoporre alla prova completa, fino a rottura, altri due elementi - indipendentemente dalla consistenza della fornitura - e il carico risulterà dalla media di tre valori.

#### COLLAUDO

Valgono le corrispondenti norme stabilite per i tubi in conglomerato cementizio armato.

##### ○ POSA IN OPERA

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio del chiusino dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 5 q.li di cemento tipo 425 per m3 d'impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

La superficie superiore del chiusino dovrà trovarsi, a posa avvenuta, al perfetto piano della pavimentazione stradale.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm.; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della Direzione dei Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q.li di cemento tipo 425 per mq. d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del telaio, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, come in precedenza indicato, adottando, se del caso, anelli d'appoggio.

I chiusini potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della Direzione Lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica dei chiusini, dovranno essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

#### 4.15.5. Pozzetti di scarico delle acque stradali

##### ○ CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

I pozzetti per lo scarico delle acque stradali saranno costituiti da pezzi speciali intercambiabili, prefabbricati in conglomerato cementizio armato, con caditoia in ghisa su telaio in ghisa e calcestruzzo. A seconda delle indicazioni della Direzione Lavori, potranno essere prescritti - e realizzati mediante associazione dei prezzi idonei - pozzetti con o senza sifone, e con raccolta dei fanghi attuata mediante appositi cestelli tronco-conici muniti di manico, ovvero con elementi di fondo installati sotto lo scarico. La luce netta dei vari elementi sarà di 450 mm.; e quella del tubo di scarico di 150 mm.. Gli eventuali cestelli per la raccolta del fango saranno realizzati in ferro zincato, con fondo pieno e parete forata, tra loro uniti mediante chiodatura, saldatura, piegatura degli orli o flangiatura. Essi appoggeranno su due mensole diseguali ricavate in uno dei pezzi speciali.

I pezzi di copertura dei pozzetti saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Ogni elemento dovrà portare, ricavato nella fusione e, secondo le prescrizioni particolari della Direzione dei Lavori, l'indicazione della Stazione appaltante.

##### ○ CARICO DI PROVA



Normalmente, salvo casi particolari, a giudizio della Direzione dei Lavori, i pezzi di copertura dovranno essere garantiti, per ciascuno degli impieghi sottoelencati, al carico di prova - da riportare, ricavato in fusione, su ciascun elemento - a fianco indicato:

- su strade statali e provinciali, od in genere pubbliche con intenso traffico di scorrimento 25 t.
- su strade comunali senza traffico di scorrimento e strade private intensamente trafficate 15 t.
- su banchine di strade pubbliche e strade private solo leggermente trafficate 5 t.
- in giardini e cortili con traffico pedonale 0,6 t.

Per carico di prova si intende quel carico, applicato come indicato al successivo paragrafo 3), in corrispondenza del quale si verifica la prima fessurazione.

○ PROVA DI RESISTENZA MECCANICA

Si applicano le corrispondenti norme stabilite relativamente ai chiusini per camerette, con le sole seguenti eccezioni in merito alla esecuzione della prova: - il piatto di prova avrà dimensioni di 220 mm.x150 mm., salvo che per i pezzi di copertura dei pozzetti stradali con introduzione laterale e dei pozzetti da cortile, per i quali sarà circolare con diametro di 200 mm.;

- il punto centrale del piatto di pressione dovrà corrispondere al punto

centrale della sbarra più prossima all'interstizio, e delle diagonali della griglia;

- nel caso di piatto rettangolare, il lato longitudinale del piatto di prova sarà disposto ortogonalmente alle sbarre della griglia;

- per le griglie a volta, il piano di appoggio per il piatto sarà realizzato stendendo sopra la volta stessa un conveniente strato di gesso.

○ COLLAUDO

Valgono le corrispondenti norme per i tubi in conglomerato cementizio armato.

○ POSA IN OPERA

I pozzetti stradali saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2 q.li di cemento tipo 325 per mc. d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale ed a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale. Prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà essere convenientemente bagnato. I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia. Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve o deviazioni. Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

#### 4.15.6. Rivestimento interno anticorrosivo di tubazioni

Sono ammesse a discrezione della Direzione Lavori a seconda del campo d'impiego tutte le vernici con percentuale di resine o catrame comprese tra o superiori a quelle indicate nella seguente tabella:

COMPOSIZIONE DELLE VERNICI ANTICORROSIONE (PERCENTUALI IN PESO DEL PRODOTTO) PRONTO ALL'IMPIEGO	
COMPONENTI	VERNICI

	Ca- trame	Catra- mose Epossi- diche	Epossi- diche	Catra- mose Fenoli- che	Feno- liche	Polie- stere	Poliureta- niche	Vinili- che	Epossi- viniliche
Resina da	40	15	--	15	--	--	--	--	--
A	60	30	--	20	--	--	--	--	--
Pece di catrame da	--	15	25	20	30	40	30	15	25
A	--	30	40	30	40	50	45	30	30
Solvente (max)	40	30	15	15	10	20	30	65	20
Carica e pigmenti (max)	30	40	60	50	60	40	40	20	55
Sulla composizione delle ceneri sono prescritti i seguenti limiti: - silicati: min: 30% - carbonati: max: 20% - solfati: max 20%									

La Direzione dei Lavori si riserva di scegliere, tra le varianti della stessa vernice fondamentale, quella più idonea in relazione alle caratteristiche di esercizio del manufatto da proteggere.

Per i prodotti con prestazioni inferiori, la Direzione dei Lavori si riserva di indicare, a parità di temperatura, la maggior concentrazione della soluzione

aggressiva a cui i prodotti stessi devono resistere, in congrua proporzione con le percentuali di resina o catrame presenti nella vernice.

Le prove di resistenza alla corrosione verranno eseguite su rivestimento di 400 micron applicato a lamierini di acciaio dolcissimo conformi alle norme U.N.I.4715/2.

L'applicazione del prodotto, il controllo dello spessore, la stagionatura, l'esecuzione della prova di immersione saranno conformi alle norme U.N.I.4715/18. Il prodotto è considerato idoneo se, dopo un'immersione di 60 giorni, la superficie si presenta integra, senza segni di vescicature; l'eventuale mutamento di colore del rivestimento non sarà considerato prova di inidoneità. Per il rivestimento interno di tubazioni fognanti in calcestruzzo sarà opportuno scegliere tra le vernici epossivi-viniliche e dovrà essere costituito da un sistema sintetico liquido bi-componente a base epossica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi plastificanti, finalizzato ad ottenere sufficiente tixotropia e resistenza all'usura.

La rispondenza del sistema a quanto sopra verrà verificata con le seguenti modalità di riscontro:

- determinazione della densità dopo maturazione completa (7 gg. a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  ed umidità relativa del  $65 \pm 5\%$ ). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di  $1,6 \pm 0,1 \text{ kg/dm}^3$ .
- determinazione del residuo secco (secondo norma U.N.I.CHIM numero 79/1969 ove si modifichi in questa il valore della temperatura di prova che passerà dai  $160^\circ\text{C}$  ai richiesti  $120^\circ\text{C}$ ). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un residuo in peso maggiore del 98%.
- determinazione di resistenza all'abrasione (mediante apparecchiatura TABER MODEL 503 ABRASER con impiego di mole tipo CS 10 con peso sovrapposto di 500 gr. per una durata del test di 500 giri). L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore di TABER INDEX 200 inferiore, o al massimo eguale a 85.
- determinazione del carico unitario di rottura per urto (mediante caduta di sfera con impiego di apparecchiatura ERICHSEB tipo 304). L'accettazione del prodotto sarà legata alla verifica della rottura per un valore di  $0,3 \pm 0,05 \text{ kgm}$ . (supporto in calcestruzzo delle dimensioni  $100 \times 100 \times 30 \text{ mm.}$ , confezionato con cemento 425 dosato a  $350 \text{ kg/mc.}$ ).

- determinazione di assorbimento d'acqua (secondo normative U.N.I.4292).

L'accettazione del prodotto sarà legata all'ottenimento di un valore inferiore allo 0,2% in peso.

La rispondenza del prodotto ai requisiti sopraesposti costituirà garanzia per la sua resistenza alle specifiche aggressioni chimiche proprie di una condotta mista. Ciò nonostante il prodotto dovrà superare, in questo campo, tutte quelle ragionevoli prove che verranno di volta in volta concordate con la D.L.

#### ○ CARATTERISTICHE DI APPLICAZIONE

Il sistema così definito dovrà essere applicato a spruzzo sulla superficie interna di tubazioni, di qualsiasi diametro commercialmente in uso ricoprendola per uno spessore minimo di 600 micron.

La spruzzatura del prodotto dovrà essere preceduta da una accurata pulizia del supporto e dell'imprimitura mediante applicazione di una mano a pennello dello stesso prodotto opportunamente diluito.

Il diametro del tubo flessibile per l'adduzione dell'aria alla pistola non deve essere inferiore a 8 mm.; quello del tubo di collegamento del compressore al serbatoio della vernice sarà, di norma, di 11 mm.

In ogni caso l'apparecchiatura sarà munita di regolatore di pressione, da servire anche quale filtro per l'aria al fine di asportarne l'umidità, le sostanze grasse e le altre impurità.

Prima dell'applicazione, la vernice deve essere accuratamente rimescolata sino a perfetta omogeneizzazione; il rimescolamento va ripetuto ad ogni prelievo del contenitore principale, soprattutto quando si tratti di vernici ad elevato peso specifico.

La miscelazione delle vernici a due componenti va effettuata al momento dell'uso, aggiungendo tutto il "reagente" (o "indurente" o "catalizzatore") a tutta la "base" e rimescolando fino a completa omogeneizzazione. Qualora si debbano preparare quantitativi limitati di vernice - inferiori a quelli ottenibili mescolando l'intero contenuto delle confezioni di "base" e "reagente" - si avrà cura di rispettare i rapporti stechiometrici, normalmente riferiti al peso. Il quantitativo di vernice preparato dovrà essere subordinato al relativo tempo di utilizzazione (pot-life), di cui alla tabella seguente, tenendo conto che questa diminuisce al crescere della temperatura ambiente.

La diluizione delle vernici è ammessa quando la temperatura ambiente sia inferiore ai 10°C o superiore ai 35°C, ovvero quando la temperatura delle superfici da proteggere sia compresa nei due intervalli 5÷15° e 35÷50°. In tali circostanze, le percentuali massime di solvente nel prodotto pronto all'impiego, indicate nella tabella delle composizioni delle vernici, potranno essere superate.

L'operazione va eseguita unicamente con i prodotti prescritti dal fabbricante.

CARATTERISTICHE DI APPLICAZIONE DELLE VERNICI ANTICORROSIONE									
MODALITA'	VERNICI								
	Ca- trame	Catra- mose Epossidi- che	Epposidi- che	Catra- mose Fe- noliche	Fenoli- che	Polie- stere	Poliureta- niche	Vinili- che	Epossivini- liche
Durata minima del prodotto base (mesi)	12	12	12	12	24	6	12	6	12
Pot life minima a 20° C (ore)	--	4	6	8	1	0,5	6	--	6
Temperatura minima (°C)	150	100	100	100	200	200	40	40	100
Spessore secco mi- nimo per mano (mi- crons)	150	100	100	100	200	200	40	40	100

Inizio esercizio dopo l'applicaz. (minimo giorni)	10	15	15	15	8	5	15	15	15
---	----	----	----	----	---	---	----	----	----

○ MISURE DI SICUREZZA DURANTE LA VERNICIATURA

Nel caso in cui le condizioni ambientali e le circostanze siano tali da non consentire la realizzazione di una ventilazione sufficientemente buona, gli operai, particolarmente quelli che usano attrezzature per l'applicazione a spruzzo, dovranno essere muniti di respiratori alimentati con aria pura. Quando nel lavoro vengono impiegati motori a combustione interna, le tubazioni di adduzione dell'aria ai caschi ed ai respiratori devono essere munite di un dispositivo per la segnalazione della presenza di monossido di carbonio nell'aria addotta.

Qualora, in relazione al tipo di vernice impiegato e alle temperature di posa, durante l'applicazione si generino vapori irritanti per la pelle, dovranno fornirsi agli operai creme o unguenti protettivi idonei, da spalmarsi prima di dare inizio al lavoro.

La ventilazione dell'ambiente dovrà in ogni caso essere adeguata e mantenere la concentrazione nell'aria dei valori del solvente sempre inferiore al punto di pericolosità; si curerà inoltre che la temperatura si mantenga inferiore del 30% almeno rispetto al punto di infiammabilità dei solventi e diluenti contenuti nella vernice.

Ad evitare la formazione di scintille e di altri inneschi che potrebbero causare l'accensione dei vapori, dovranno essere impiegate attrezzature antiaria ed a prova di esplosione.

Ai fini suddetti, per ogni vernice usata, l'Appaltatore dovrà dichiarare la temperatura di infiammabilità e l'intervallo di concentrazioni pericolose dell'eventuale solvente.

Dovendosi, nelle stagioni fredde, riscaldare la vernice prima dell'impiego, questa, durante il riscaldamento, va lasciata nei suoi barattoli originali, tenuti ben chiusi.

In nessun caso il riscaldamento potrà farsi con fiamme libere di qualsiasi tipo; dovrà invece attuarsi mettendo i barattoli pieni, un giorno o due prima dell'uso, in un luogo riscaldato per mezzo di aria calda, vapore oppure acqua calda, senza peraltro superare i 60°C.

○ INIZIO DELL'ESERCIZIO

Dopo l'applicazione dell'ultima mano, i manufatti non potranno venire a contatto con liquidi prima che sia trascorso il tempo prescritto dalla tabella delle caratteristiche di applicazione, così da consentire una adeguata polimerizzazione del rivestimento anticorrosivo.

Quando la verniciatura venga eseguita, all'interno di canalizzazioni e manufatti già in opera, e comunque in condizioni di imperfetta ventilazione, con ristagno di vapori del solvente che rallentino la maturazione, la Direzione dei Lavori potrà prescrivere un periodo di rispetto maggiore, prima del collaudo idraulico delle opere.

## 4.16 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

### 4.16.1. Descrizione generale

La classificazione illuminotecnica e le relative prestazioni dell'impianto di illuminazione sono rispondenti normativa italiana UNI 11248:2016, che va a completare il panorama normativo sull'illuminazione stradale insieme alle normative europee UNI EN 13201-2/3/4.

Nei confronti dell'inquinamento luminoso sono applicate la norma UNI 10819 e la Legge Regionale del Veneto n°17/2009.

Le opere e impianti previsti nell'intervento sono di seguito elencati:

- scavi e reinterri;
- blocchi di fondazione;
- linee di distribuzione interrate;
- quadri elettrici;
- sostegni e apparecchi illuminanti;

### 4.16.2. Normativa di riferimento

Gli impianti dovranno integralmente rispettare, salvo esplicite deroghe previste dal "progetto", le seguenti disposizioni legislative e normative: ad esse si farà riferimento in sede di accettazione e verifiche preliminari degli impianti e in sede di collaudo finale.

Criteri di progetto e documentazione	
CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
Quadri elettrici	
CEI (17-13/1)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
Sicurezza elettrica	
CEI 0-13	Protezione contro i contatti elettrici – Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature
CEI 11-27	Lavori su impianti elettrici
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8/7	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
IEC/TS 60479-1	Effects of current on human beings and livestock – Part 1 : General aspects
IEC 60364-7-712	Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti	
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
Cavi, cavidotti ed accessori	
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV
CEI 20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
CEI 20-19	Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V

CEI 20-19/1		Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili
CEI 20-20		Cavi isolati con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-20/1		Cavi isolati con isolamento termoplastico con tensione nominale 450/750V – Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 20-65		Cavi elettrici con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente.
CEI UNEL 35024/1		Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI UNEL 35024/2		Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
CEI UNEL 35026		Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
CEI UNEL 35364		Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
CEI 20-40		Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI 20-65		Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua – Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
CEI 20-67		Guida per l'uso dei cavi 0.6/1 kV
CEI 64-14		Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori
<b>Scariche atmosferiche e sovratensioni</b>		
CEI 81-5		Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
CEI 37-8		Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistema di bassa tensione – Prescrizioni e prove
CEI 81-10/1, 2, 3, 4	2006	Protezione contro i fulmini. Principi generali. Valutazione del rischio. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.
<b>Compatibilità elettromagnetica</b>		
CEI 110-26		Guida alle norme generiche EMC
CEI 210-64		Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche – Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.
UNI 11248	2016	Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche
UNI 13201-2-3-4	2016	Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali
Legge n° 186	01.03.1968	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, macchinari ed impianti elettrici ed elettronici.

D.M.	16.01.1996	Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi
DLgs n° 626	25.11.1996	Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione
DPR 462	22.10.2001	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
DM n° 37	22.01.2008	Norme per la sicurezza degli impianti (ex legge 46/90)
Legge n° 109	1994	Legge quadro in materia di lavori pubblici
DPR 554	1999	Decreto del Presidente della Repubblica 21 dicembre 1999, n. 554 Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni
DLgs n° 81	09.04.2008	"Testo sulla sicurezza sul lavoro" – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
L.R. 17 Veneto	2009	Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dall'attività svolta dagli osservatori astronomici.
UNI 10819		Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
Boll. Uff. C.N.R. n°78/1980		Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane

#### 4.16.3. Caratteristiche tecniche

##### ○ APPARECCHIO

Apparecchio LED per illuminazione stradale. La famiglia di apparecchi consente di coprire una vasta gamma di flussi luminosi, a partire da 800 lm fino a 42000 lm.

La gamma è progettata attorno ad un sistema di illuminazione LED (costituito da piastre LED, ottiche dedicate, drivers e accessori) che consente la massima flessibilità applicativa per poter ottenere il massimo risparmio energetico con un ridotto costo di acquisto e di manutenzione.

Per ottenere una gestione ottimale del calore, il driver e il motore LED sono posizionati in vani separati. Il Design dell'apparecchio non mostra nervature o alette esterne di raffreddamento, per fornire un apparecchio esteticamente più moderno ed elegante.

##### ○ CARATTERISTICHE MECCANICHE

- Corpo e copertura in lega di alluminio pressofuso. L'apparecchio di illuminazione deve essere realizzato con parti in pressofusione di alluminio, con lega a basso contenuto di rame (< 1%), per evitare la corrosione.
- L'apparecchio deve presentare una superficie superiore piana, senza alette di raffreddamento.
- L'apparecchio non deve presentare viti nella parte superiore, per evitare accumulo di acqua in prossimità delle viti e relativa corrosione o infiltrazioni.
- Lo schermo di chiusura deve essere in vetro piano temperato ad alta trasparenza. La resistenza minima del vetro deve essere pari minimo a IK09.
- Il motore LED, composto da Moduli LED e piastre ottiche deve poter essere accessibile e rimovibile (con utensili adatti).

- L'apparecchio deve essere fornito di attacco palo per imbocco tubolare, per installazione sia testa-palo che laterale, realizzato in pressofusione di alluminio. Dimensioni:  $\varnothing 32 \div \varnothing 48\text{mm} / \varnothing 48-60\text{mm} / \varnothing 76\text{mm}$ . Deve essere disponibile come opzione anche un inserto (riduttore) in alluminio, per permettere installazione anche su supporti di diametro inferiore (60mm, 48mm, 42mm o 34mm, a partire da attacco palo 76 mm).
  - L'attacco palo deve permettere regolazione del tilt meccanico dell'apparecchio rispetto al piano stradale.  
Installazione Testa-Palo:  $0^\circ, +5^\circ, +10^\circ, +15^\circ$ .  
Installazione laterale:  $0^\circ, -5^\circ, -10^\circ, -15^\circ, -20^\circ$  ..... fino a  $-90^\circ$  (in passi di  $5^\circ$ )
  - La temperatura operativa di esercizio deve coprire il range indicato:  $-40^\circ\text{C} < T_a \leq +50^\circ\text{C}$
  - L'apertura dell'apparecchio deve avvenire senza utensili tramite clips di chiusura in materiale metallico.
  - L'accesso all'unità elettrica deve avvenire mediante rimozione della copertura superiore, in modo da garantire semplicità installativa e manutentiva e che l'operatore possa operare in posizione ergonomica (dall'alto) e minimizzando il rischio di caduta di componenti, utensili o altro materiale durante le operazioni di installazione e manutenzione.
  - L'apparecchio deve essere fornito di sezionatore di linea di tipo a coltello, che disconnette l'alimentazione a fronte dell'apertura dell'apparecchio e atto a garantire la massima sicurezza per l'operatore dal rischio di contatti elettrici.
  - L'apparecchio deve essere fornito con unità elettrica in materiale plastico, e deve permettere l'alloggiamento e la sostituzione degli ausiliari elettrici (driver, SPD), senza utilizzo di utensili, in modo rapido e conveniente, per ottimizzare le operazioni di manutenzione.
  - A tal fine è necessario anche prevedere la possibilità di poter sostituire gli eventuali driver guasti o difettosi in modo rapido e senza possibilità di errori. Deve essere possibile risalire in loco alla programmazione originaria del driver, per esempio tramite etichetta di tracciabilità e relativo QR code, App di riconfigurazione e sistema di riprogrammazione del nuovo driver con protocollo NFC, senza necessità di dover alimentare il driver per poter accedere alla sua memoria in scrittura.
  - Grado di protezione minimo dell'apparecchio: IP66.
  - Colore: Grigio Chiaro RAL7035. Altri colori RAL e AKZO NOBEL devono essere disponibili a richiesta (la verniciatura è effettuata con polveri poliestere con processo di deposizione e polimerizzazione in forno). Il processo di verniciatura deve essere conforme ROHS
  - Grado minimo di protezione a Nebbia salina: 500 ore (UNI ISO 9277) versione standard.
  - L'apparecchio LED deve poter essere configurato in fase d'ordine con qualsiasi valore di flusso (all'interno del suo range di funzionamento), in modo da poter beneficiare del massimo risparmio energetico in funzione delle specifiche applicazioni. La configurazione e programmazione avviene tramite Tool Software dedicato.
  - L'apparecchio deve essere completamente disassemblabile e riciclabile. Non deve in alcun modo essere assemblato con collanti o altri materiali adesivi.
- CARATTERISTICHE ELETTRICHE
- Classe isolamento: II. Classe I disponibile su richiesta.
  - Alimentazione: 220-240V - 50/60Hz
  - Corrente pilotaggio LED: da 200 mA fino a 1000 mA.
  - Fattore di Potenza:  $> 0.9$  (a pieno carico).
  - Protezione da sovratensioni impulsive: fino a 10 KV in Modo Differenziale, per apparecchi in CL2.
  - L'apparecchio deve essere fornito di dispositivo separato di protezione da sovratensioni impulsive, in particolare tramite SPD Tipo II+III / Classe 2+3, con connessione a monte del driver, in collegamento Serie. L'SPD deve essere provvisto di indicatore LED dello stato di funzionamento o di intervento.
  - Il livello di immunità alle sovratensioni, pari a 10 KV DM, deve essere relativo al corpo illuminante nel suo complesso, secondo la EN61000-4-5:2014; A1 2017, tramite applicazione di 5 impulsi da 10 KV positivi/negativi a  $90^\circ/270^\circ$ , sui terminali L-N.
  - Ogni apparecchio deve essere testato in produzione in riferimento a: Test accensione e Potenza impegnata.
  - La Vita Utile apparecchio (secondo EN62722-2-1, a  $T_a: 25^\circ$ ), deve essere pari 100.000 ore con valore di deprezzamento minimo pari a L90B10 o L90B50.
  - La piastra LED deve essere equipaggiata con controller NTC (Negative Temperature Coefficient), ed avere una connessione dedicata del sensore NTC al driver, per permettere l'impostazione ed il controllo della temperatura di



funzionamento sui LED in condizioni di normale funzionamento, e garantire la durata di vita specificata dell'apparecchio.

○ LINEE E CAVIDOTTI DI DISTRIBUZIONE

Tutte le linee in partenza dai quadri elettrici sono previste a norme CEI 20-22 con cavo FG7R 0.6/1 kV. Le derivazioni agli apparecchi illuminanti saranno realizzate sulle morsettiere in classe I, sezionate da fusibili di protezione, poste all'interno dei pali. Le linee di alimentazione delle armature partenti dalla succitata morsettiera saranno in cavo FG7R 0.6/1 kV di sezione non inferiore a 2.5 mmq.

Le linee saranno poste entro cavidotti interrati costituiti da tubi PVC flessibile tipo pesante.

○ QUADRI DI DISTRIBUZIONE E CONTROLLORE ELETTRONICO DI POTENZA

I nuovi quadri di alimentazione previsti saranno di tipo modulare con involucro in vetroresina.

I vari circuiti a valle sono suddivisi per zone omogenee (carreggiata della bretella, carreggiata stradale di incrocio, etc.) in modo da poter intervenire su un'unica zona lasciando attivate le altre.

L'interruttore generale è di tipo modulare magnetotermico, mentre quelli derivati sono di tipo modulare provvisti di protezione magnetotermica e differenziale.

I circuiti di alimentazione degli apparecchi per l'illuminazione della carreggiata saranno collegati tramite regolatore di potenza (installato in armadio in vetroresina posto a fianco del quadro elettrico), ove permettere la regolazione uniforme del flusso luminoso e la stabilizzazione della tensione nelle ore notturne (generalmente dopo mezzanotte). I restanti circuiti saranno comandati da contattori, attuati tramite fotocellule e orologio elettrico: è previsto lo spegnimento alternato dei punti luce nelle ore notturne.

○ SOSTEGNI E APPARECCHI ILLUMINANTI

La tipologia dei sostegni utilizzati è del tipo stradale, con attacco testapalo, con altezza 8 m.

Tutti gli apparecchi illuminanti saranno di tipo chiuso e previsti di sistema ottico di controllo del flusso luminoso emesso; il progetto prevede l'adozione del seguente tipo:

- Apparecchio costituito da una struttura in pressofusione di alluminio, con basso tenore di rame, a supporto dei gruppi elettrico e ottico, separati tra loro. Telaio inferiore con funzione portante al quale è fissata la copertura, la quale è bloccata mediante viti imperdibili in acciaio inox. Guarnizione poliuretanica tra telaio e copertura atta a garantire un grado di protezione IP66. Apparecchio dotato di dispositivo di sicurezza che permette l'anti caduta della copertura, per facilitare le operazioni di installazione. Sistema di dissipazione termica a flusso d'aria laminare, realizzato senza alettature sporgenti, che ha la funzione di scambiare il calore prodotto dal corpo illuminante con l'ambiente esterno e mantenere l'ottimale temperatura di giunzione dei LED tale da garantire una vita minima di 100.000 ore L80B10 Tq=25°C, 700mA. Valvola per la stabilizzazione della pressione, sia per il vano ottico che per il vano cablaggio. Gruppo ottico protetto da vetro antiraffio spessore 4mm, atto a proteggere la sorgente e l'ottica da eventuali urti ed impatti accidentali. Pluri processo di protezione delle parti metalliche con strato di verniciatura esterna con polveri poliestere di tipo idoneo all'esposizione ai raggi ultravioletti. Processo di protezione atto a garantire la resistenza all'ossidazione ed all'attacco da parte degli agenti atmosferici e delle zone marine. Innesto universale per installazione testa palo con una regolazione da 0° a +20°, e su braccio con una regolazione da +5° a -20°, a passi di 5°, in modo da mantenere la posizione dell'apparecchio sempre orizzontale rispetto al piano stradale. Attacco realizzato in alluminio pressofuso e predisposto per un diametro del palo/braccio Ø60 mm (Ø32-Ø42-Ø48 mm realizzabili con apposito accessorio riduttore opzionale – attacco per Ø76mm opzionale)

Ottica composta da moduli LED priva di lenti in materiale plastico esposte. I moduli sono dotati di riflettore in alluminio puro 99.85% con finitura superficiale realizzata con deposizione sotto vuoto 99.95%. Sorgente luminosa costituita da LED ad alta efficienza (151 lm/W @ 700mA,  $T_s=85^{\circ}\text{C}$ ) con temperatura di colore bianco neutro con  $T_c=4000\text{K}$  e indice di resa cromatica  $\text{CRI} > 70$ . I LED sono disposti su circuiti stampati realizzati con uno strato di supporto in alluminio, strato di isolamento ceramico e strato conduttivo in rame, spessore totale di 1,6 mm. Sistema modulare atto a consentire l'alloggio uno o più moduli e di scegliere tra diverse potenze disponibili. Efficienza ottica:  $\geq 85\%$ . Emissione fotometrica "cut-off" conforme alle leggi regionali per l'inquinamento luminoso e alla normativa UNI EN 13201. Cablaggio composto da alimentatore elettronico monocanale in classe II, con marchio ENEC, alloggiato all'interno del vano cablaggio. Alimentazione a 220-240 V; 50/60 Hz; fattore di potenza a pieno carico  $> 0.95$ ; distorsione armonica totale (THD)  $< 20\%$  a pieno carico. Protezione termica, contro il corto circuito e contro le sovratensioni.

Tenuta all'impulso:

CL. I 10 / 10 kV CM / DM

CL. II 9 / 10 kV CM / DM

Sistema di alimentazione: "F" – Fisso non dimmerabile.

Sistema di alimentazione: "DA (DIM-AUTO)" - Alimentatore programmato con un profilo di riduzione automatica del flusso luminoso, senza l'uso di comandi esterni, che permette di sfruttare la massima intensità luminosa nelle prime e nelle ultime ore di accensione dell'impianto, riducendo la corrente nelle ore centrali della notte, quando è richiesto un livello di illuminazione inferiore.

Profilo di riduzione adattabile automaticamente alla durata variabile del periodo notturno durante l'anno.

Profilo personalizzato (DAC : DIM-AUTO CUSTOM).

Sistema di alimentazione: "PLM (tele-gestione ad onde convogliate)" – apparecchio dotato di interfaccia elettronica per dialogare con i sistemi di tele-gestione ad onde convogliate.

Connessione di rete per cavi fino a 4 mm<sup>2</sup>

Pressacavo IP68 per cavi sezione max Ø13mm.

Marcatura CE, ENEC.

Norme di riferimento:

EN 60598-1, EN 60598-2-3, EN 55015, EN 61547, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 60493, EN 62471

Test di resistenza alla corrosione:  $>1440$  ore nebbia salina secondo la norma EN ISO 9227.

In fase esecutiva l'Ufficio Tecnico competente e la DL potranno eseguire su installazione di prova predisposta dalla ditta una verifica preliminare tenendo conto degli specifici materiali e apparecchi al fine di verificare che i requisiti di inserimento architettonico e illuminotecnici siano adeguati a quelli previsti.

#### ○ RETE DI TERRA-DISPERSORI

La rete di terra-tipo risulta composta di:

- dispersori a punta in acciaio zincato a caldo;
- collegamento diretto tra dispersore e palo, realizzato con corda di rame nuda o rivestita (N07V-K);
- collegamento dei dispersori tra loro e con la sbarra di terra del quadro di alimentazione realizzato in corda nuda di rame di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup> interrata lungo il cavidotto;
- dispersore del quadro di alimentazione costituito da puntazze collegate tra loro a mezzo di un anello in corda di rame interrata da 50 mm<sup>2</sup>.

- e) collegamenti equipotenziali con la sbarra di terra del quadro di tutte le strutture metalliche del quadro in esso contenute.

#### 4.16.4. Norme tecniche di esecuzione degli impianti

##### ○ CARATTERISTICHE DEI MATERIALI, DEI MANUFATTI E DELLE APPARECCHIATURE

I materiali, i manufatti, le apparecchiature, la posa in opera ed in generale tutti gli impianti dovranno formarsi alle prescrizioni derivanti dal CSA e dall'insieme degli elaborati progettuali ferma restando l'osservanza delle norme di Legge, del CEI e delle tabelle UNI e UNEL. Per le principali categorie di materiali, manufatti e apparecchiature sono state redatte prescrizioni generali riportate nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, i manufatti e le apparecchiature dovranno essere riconosciuti idonei dalla DL prima della posa in opera. Nel caso in cui venga riconosciuta l'idoneità, l'Impresa può richiedere alla DL di redigere apposito verbale di accettazione; nel caso contrario la DL emetterà ordine di servizio di allontanamento dal cantiere.

La DL provvederà, in contraddittorio con l'Impresa, a scegliere i campioni previsti per le varie categorie di opere da inviare (a cura e spese dell'Impresa) agli Istituti e laboratori indicati nel CSA o richiesti dalla DL.

L'accettazione dei materiali da parte della DL non libera l'Impresa dalla responsabilità della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali, dai manufatti e dalle apparecchiature.

##### ○ CATEGORIE DI LAVORI PREVISTE DAL PROGETTO

È prevista l'esecuzione delle seguenti categorie di lavoro:

- a) esecuzione di impianti di illuminazione stradale nuovi, inclusi scavi, reinterri, ripristini di pavimentazioni con tutte le opere accessorie relative; fornitura e messa in opera di condutture e sostegni, apparecchi illuminanti, quadri elettrici e sistemi di comando;

Le modalità esecutive generali dei lavori formano oggetto dei successivi articoli.

##### ○ SCAVI E RIPRISTINI

L'Impresa è tenuta a realizzare gli scavi rispettando il tracciato, indicato nelle Tavole grafiche e il profilo e le sezioni previste, salvo solo eventuali cambiamenti che si rendessero necessari in corso d'opera che l'Impresa dovrà elaborare in accordo con la DL e senza pretesa di indennizzo alcuno oltre quanto risulti dalle misurazioni dell'opera.

In particolare, i lavori di scavo e ripristino dovranno essere contenuti in tratte lunghe al massimo 100 metri, salvo diversa indicazione da parte del Committente, e saranno seguiti dalla posa dei vari impianti solo ad avvenuta completa apertura degli scavi di ciascuna tratta. Le operazioni di scavo, reinterro e ripristino completo dovranno svolgersi consecutivamente l'una all'altra senza soluzione di continuità, in modo che il completo ripristino del piano viabile avvenga nel più breve tempo possibile ed a perfetta regola d'arte.

Il trasporto alle discariche dei materiali di risulta inerenti lo scavo, ivi compresi i materiali derivanti dalla costruzione di solette stradali, getti di calcestruzzo, manufatti, formazione di sottofondi con ghiaia, terreno non riutilizzabile, ecc., sarà a carico dell'Impresa.

Il fondo degli scavi dovrà risultare piano e libero da prominenze di qualsiasi specie.

I materiali di scavo verranno disposti in cumuli regolari, sì da lasciare ai lati due adeguate banchine libere da detriti.

L'esecuzione di scavi in terreno ghiacciato o per la presenza in sede di scavo di servizi attivi sia nel senso longitudinale che in quello trasversale non darà luogo a sovrapprezzo alcuno.

A tal fine è previsto nell'EPU un prezzo medio comprensivo di quota parte di scavo a mano e quota parte di scavo a macchina.

In particolare, la Ditta dovrà valutare l'opportunità di scegliere i due tipi di scavo secondo le norme della prudenza e della buona tecnica, tenendo particolarmente conto dei seguenti criteri:

- a) possibilità di impiego della macchina in ordine alla larghezza delle strade, all'entità del traffico, al tipo e quantità di condotti interrati interferenti;
- b) accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo (nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi).

In casi particolari la DL si riserva la facoltà di ordinare l'esecuzione di solo scavo a mano il quale è consentita l'applicazione del relativo prezzo esposto nell'EPU, previa approvazione della DL.

La profondità dello scavo dipende dall'ubicazione del tracciato dello stesso; salvo scavi di profondità superiore autorizzati di volta in volta dalla DL si prevedono:

- profondità nominale di 70 cm per scavi su tutti i terreni, per larghezze di scavo fino a 50 cm;

È vietato l'uso di pale meccaniche od escavatori di tipo cingolato e il taglio del manto asfaltico con disco diamantato.

Le configurazioni di posa saranno quelle previste dalla Norma CEI 64-8.

#### ○ REINTERRI E RIPRISTINI

I materiali di riempimento degli scavi di trincea dovranno essere nuovi.

Nel caso in cui si rendano necessarie sbadacchiature e puntellature speciali agli scavi (con l'adozione di cassoni autoaffondanti o palancole) sarà riconosciuto nel riempimento il volume occupato da tale attrezzatura.

Il reinterro si effettuerà per strati di spessore non superiore ai cm 30, ben pilonati con battitori meccanici dei quali l'Impresa deve essere fornita, ed adeguatamente irrorati d'acqua.

Sopra il primo strato di 30 cm sarà steso un listello continuo in polietilene rosso, (compreso nel prezzo dello scavo) di larghezza minima 100 mm, con impressa la scritta continua "CAVI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE".

Per l'acqua prelevata dai punti fissi della rete del Committente, l'Impresa dovrà prendere opportuni accordi con il Committente, e se del caso, istituire la relativa utenza. A seconda dei vari tipi di strada i reinterri dovranno essere realizzati come segue:

#### A) PER SCAVI ESEGUITI SU STRADA ASFALTATA CAMIONABILE:

- 1) nella parte più profonda sarà steso uno strato di sabbia dello spessore minimo di 30 cm che servirà per il sottofondo e il rinfiancamento dei cavidotti;
- 2) sopra il letto di sabbia sarà eseguita la fondazione stradale dello spessore di 30 cm in misto granulometrico stabilizzato meccanicamente contenente il nastro avvisatore;
- 3) pavimentazione stradale dello spessore di 8 cm in misto granulometrico bituminato;
- 4) dopo un periodo di assestamento di 10/15 giorni per gli scavi eseguiti nel periodo aprile/ottobre compreso, dovrà essere eseguito il trattamento superficiale con tappeto in conglomerato bituminoso cilindrato previa fresatura della pavimentazione stradale dello spessore di 3 cm;
- 5) per i lavori ultimati nel periodo novembre/marzo compreso, il tappetino bituminoso dovrà essere steso non oltre il 15 aprile.

#### B) PER SCAVI SU MARCIAPIEDE IN ASFALTO:

- 1) riempimento e costipamento dello scavo come descritto al precedente punto A) 1-2-3;
- 2) sovrastante strato di tappeto bituminoso di cm 3 da estendersi su tutta la larghezza del marciapiede in modo che il tappeto sia uniforme e senza soluzione di continuità come descritto in A) 4.

#### C) PER SCAVI SU MASSICCIATA IN TERRENO

- 1) riempimento e costipamento dello scavo come descritto al punto A) 1-2;
- 2) gli ultimi 8-10 cm saranno in pietrischetto misto di cava compresso.

#### D) PER SCAVI SU PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PORFIDO

Dopo il riempimento e costipamento di cui al punto A) 1 sarà posato il selciato effettuato con cubetti di recupero con l'aggiunta di cubetti nuovi per sostituire quelli rotti, appoggiato su materiale costipato come punto A) 2 con letto superiore di sabbia di cm 15. I cubetti dovranno poi venire accuratamente sigillati secondo le indicazioni della DL.

#### E) PER SCAVI SU AIUOLE O TAPPETI ERBOSI OD IN VICINANZA DI ALBERATURA STRADALE

Prima dello scavo dei tappeti erbosi dovrà venire accuratamente rimossa, mediante formazione di zolle regolari, la cortica erbosa. Il materiale proveniente dal sottostante strato di terreno, per una profondità di cm 50, dovrà venire accatastato a parte onde venire reimpiegato nel ripristino della parte superiore dello scavo, in modo che non risultino assolutamente commistioni di ciottoli, ghiaia ed altri materiali estranei. Dopo adeguato costipamento mediante spandimento di acqua, dovrà venire accuratamente ripristinato il tappeto erboso mediante riposa delle zolle. Qualora si debba procedere a scavi in prossimità di alberature stradali, si dovrà curare di evitare ogni danno alle stesse, in specie alla corteccia del tronco.

##### ○ SOVRASTRUTTURE STRADALI

Saranno eseguite a regola d'arte con personale qualificato, seguendo le particolari norme emanate dagli Enti preposti alla sorveglianza e manutenzione delle strade stesse.

In particolare, le operazioni di cilindratura saranno eseguite impiegando rulli compressori adeguati alla natura del lavoro.

L'Impresa dovrà altresì eseguire il ripristino delle segnalazioni orizzontali e verticali eventualmente danneggiate, secondo le prescrizioni date di volta in volta del Committente su richiesta dell'Impresa stessa, da inoltrarsi prima dell'inizio delle operazioni di bitumatura.

Nei prezzi è incluso l'onere, qualunque sia il tipo della sovrastruttura stradale, della manutenzione per 12 (dodici) mesi con interventi immediati per ogni calo della pavimentazione, a partire dalla data di ultimazione di ogni singolo lavoro.

Inoltre, è fatto obbligo all'Impresa di eseguire, a fine lavori, la completa pulizia della sede stradale e dei marciapiedi, mediante lavaggio con getti d'acqua a pressione, e l'espurgo dei pozzetti di raccolta delle acque meteoriche, che - in conseguenza degli scavi - siano stati ostruiti da materiali di risulta od altro.

Nell'esecuzione degli scavi, reinterri, ripristini stradali ed altre opere accessorie, oggetto del presente appalto, l'Impresa è tenuta ad osservare, oltre alle norme specifiche che verranno di volta in volta impartite dal Committente, le norme tecniche contenute nel Capitolato Generale dei LL.PP., aventi riferimento ai lavori in esecuzione.

È riservata alla DL la facoltà di effettuare scavi di saggio per verificare la buona esecuzione dei ripristini; l'onere di tali scavi è a carico dell'Impresa in caso di esecuzione difettosa. Qualora risultasse la buona esecuzione del ripristino, gli scavi di saggio verranno compensati secondo quanto stabilito nell'EPU.

Gli scavi di saggio dovranno venire ultimati nella stessa giornata ed il ripristino accurato della pavimentazione entro il giorno successivo.

È fatto obbligo all'Impresa di predisporre appositi ponticelli sugli scavi in corrispondenza degli accessi ai fabbricati, in modo da assicurarne in continuità e con buona sicurezza il transito pedonale e carrabile.

##### ○ SEGNALI DI LAVORI IN CORSO

L'Impresa deve provvedere alla fornitura, alla posa ed al perfetto mantenimento in efficienza dei segnali prescritti dalla Legge e dai regolamenti vigenti, nonché dagli usi o dalle norme di prudenza e diligenza. Nel termine "segnali" si devono ritenere inclusi non solo i consueti cartelli indicatori e le eventuali transennature ma anche i dispositivi a fiamma libera per le segnalazioni notturne e le eventuali coppie semaforiche per la regolazione del traffico a senso unico alternato. Dovrà inoltre provvedere alla sorveglianza degli eventuali scavi aperti, secondo le vigenti disposizioni in materia.

L'Impresa dovrà consultare gli Organi preposti alla viabilità e comunque sempre attenersi scrupolosamente a tutte le norme specifiche che le verranno impartite dai suddetti Organi.

Gli oneri derivati dall'adempimento dei suddetti obblighi e dalle conseguenti responsabilità dell'Impresa si intendono inclusi nei prezzi contrattuali.

○ INTERFERENZE CON ALTRI IMPIANTI INTERRATI

In quei punti, lungo il tracciato degli scavi, in cui possono essere installati impianti sotterranei delle reti dell'energia elettrica, del gas, dell'acqua, dei telefoni, delle fognature, od altro, è fatto obbligo all'Impresa di usare la massima prudenza e diligenza per evitare che siano arrecati danni agli impianti medesimi.

Al fine della loro preventiva individuazione, l'Impresa dovrà effettuare tutte le ricerche necessarie per accertare l'eventuale esistenza, rivolgendosi ai vari Enti i cui impianti interessano il sottosuolo, quali TELECOM, Committente, ENEL, ecc..

Qualora l'Impresa in sede esecutiva dei lavori avesse a localizzare un qualsiasi impianto non precedentemente noto, dovrà segnalarlo al Committente. Inoltre, per la migliore salvaguardia dell'efficienza ed integrità dei predetti impianti, sia durante i lavori che dopo la loro ultimazione, l'Impresa dovrà adottare tutte le provvidenze di ordine e/o organizzative che saranno richieste dalla situazione.

Gli eventuali oneri particolari, eccedenti quelli già previsti dai prezzi contrattuali, dovranno essere di volta in volta preventivamente segnalati per iscritto alla DL.

Resta peraltro stabilito che l'Impresa dovrà risarcire integralmente e direttamente ogni e qualsiasi danno ad impianti dalla stessa causato in conseguenza dell'esecuzione dei lavori assegnati, senza che debba derivarne onere alcuno al Committente.

In caso di danneggiamento, l'Impresa dovrà avvisare immediatamente il Committente e l'Ente interessato.

○ TUBAZIONI, POZZETTI, BLOCCHI DI FONDAZIONE

TUBAZIONI

Le tubazioni saranno in materiale plastico. Esse saranno di tipo flessibile, serie pesante, diametro minimo 125 mm, spessore non inferiore a 4 mm.

I tubi vuoti saranno altresì corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza.

Il diametro interno minimo dei tubi, ove non sia precisato, dovrà essere non inferiore a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi; in ogni caso non potranno essere utilizzati tubi con diametro inferiore a 125 mm.

La posa dei tubi dovrà avvenire curando gli imbocchi e le giunzioni in modo da evitare ostacoli allo scorrimento dei cavi; le pendenze di posa dovranno evitare ristagni d'acqua o di gas tenuto anche conto della posizione dei pozzetti.

Gli incroci di cavidotti diversi dovranno essere evidenziati e protetti tramite gettate di calcestruzzo magro.

POZZETTI DI TIPO PREFABBRICATO O IN GETTO DI C.A. E CHIUSINI IN GHISA SFEROIDALE E/O PERLITICA

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive illustrate nelle tavole grafiche.

I chiusini saranno in ghisa sferoidale o ghisa lamellare perlitica (ISO185) completi di bullone di messa a terra aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

- classe D400 per luoghi di utilizzazione gruppo 4 (vie di circolazione);
- classe C250 per luoghi di utilizzazione gruppo 2 (marciapiedi, zone pedonali).

#### BLOCCHI DI FONDAZIONE

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nelle tavole grafiche.

La verifica di stabilità delle fondazioni sarà eseguita in conformità alle prescrizioni della L.28/6/1986 n.339 e Norma CEI 64-8.

##### ○ SOSTEGNI E MENSOLE

#### TIPI DI SOSTEGNO PREVISTI DAL PROGETTO

I tipi di sostegni impiegabili nei vari casi previsti dal progetto esecutivo sono costituiti da pali tubolari in acciaio verniciato per arredo urbano ottenuti mediante laminazione a caldo.

La sezione di incastro dei pali metallici con fondazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno deve essere protetta dalla corrosione mediante appropriate protezioni aggiuntive.

Le modalità di posa sono illustrate nei paragrafi seguenti.

#### PALI TUBOLARI IN ACCIAIO

I pali saranno infissi nel terreno e la profondità di interramento sarà scelta tenuto conto dei risultati del calcolo e delle condizioni del terreno: se sarà necessario verrà utilizzata anche la piastra antiaffondamento.

La posa in opera dei pali sarà eseguita, dopo il controllo della verticalità, con sabbia fine asciutta e collarino superiore di bloccaggio, dell'ampiezza di almeno 10 cm, in malta di cemento liscio nella parte in vista.

In alcuni casi (parcheggi, aree di sosta, ecc.) potrà essere richiesta, in sede di DL, la formazione alla base del palo di un cordolo di calcestruzzo di dimensioni indicate dalla DL, evidenziata con colorazioni da definire.

Il distanziamento dei sostegni dai limiti della carreggiata e della sede stradale è fissato dalla Norma CEI 64-8; in particolare i pali dovranno essere installati sui marciapiedi in posizione arretrata rispetto ai cordoli di almeno 50 cm e in modo da lasciare uno spazio libero verso le facciate delle case di almeno 1 m.

Nel caso di marciapiedi di larghezza insufficiente (inferiore a circa 1.70 m) i pali dovranno essere installati al limite della sede stradale.

Per le strade urbane prive di marciapiedi la distanza minima è pari a 1.40 m (Norma CEI 64-8).

In alcuni casi il sostegno dovrà essere posizionato, previo accordi tra il Committente e il proprietario, all'interno della proprietà privata.

L'altezza minima degli impianti sulla carreggiata è fissata in 6 m.

#### MARCATURA DI SOSTEGNI

Tutti i sostegni dovranno essere completi di una marcatura in rilievo o per punzonatura posta alla base; la superficie marcata non dovrà presentare avvallamenti o ammaccature visibili.

Sono in ogni caso escluse targhette di qualsiasi tipo, riportate sul palo per rivettatura, saldatura o altri procedimenti di applicazione.

La marcatura dovrà comprendere i seguenti dati:

- sigla del costruttore;
  - anno di fabbricazione;
  - numero progressivo.
- APPARECCHI ILLUMINANTI, ALIMENTATORI, ACCENDITORI

#### TIPI DI APPARECCHI PREVISTI DAL PROGETTO

Il progetto prevede l'utilizzo di apparecchi per illuminazione stradale con ottica a Led.

#### POSA DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI

L'Impresa dovrà eseguire la corretta posa in opera dell'apparecchio illuminante secondo le modalità di montaggio richieste dalla DL; inoltre l'Impresa dovrà provvedere all'esecuzione dei collegamenti elettrici e alle prove di funzionamento.

La posa degli apparecchi dovrà avvenire nel rispetto delle norme di sicurezza: nel prezzo della posa in opera sono inclusi gli oneri relativi all'uso dei mezzi d'opera e delle protezioni occorrenti.

#### INSTALLAZIONI DI PROVA

Prima dell'inizio dei lavori la Committente o la DL potranno richiedere il montaggio in prova di alcuni apparecchi illuminanti (fino a 4 per ciascun tipo), su installazioni provvisorie approntate anche in luogo diverso da quello previsto dal progetto esecutivo, al fine di rilevare i parametri illuminotecnici essenziali e di verificarne la coerenza con quelli richiesti dal CSA. Nessun sovrapprezzo o indennizzo sarà riconosciuto l'Impresa per l'approntamento delle installazioni di prova, ma solo saranno riconosciute le prestazioni in economia della manodopera necessaria.

## 4.17 TRAFFICO, SEGNALETICA, ANAGRAFICA, TOPONOMASTICA

### 4.17.1. Prescrizioni di categoria

(Oltre a quanto stabilito dalle "Prescrizioni generali" valgono, quali obblighi a carico dell'Appaltatore, anche le seguenti prescrizioni particolari di categoria).

L'Appaltatore si dovrà uniformare a tutte le disposizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori per assicurare una corretta esecuzione dei lavori.

In particolare, dovranno essere osservate le seguenti norme:

A. I lavori potranno essere eseguiti in qualunque periodo dell'anno e l'impresa appaltatrice sarà l'unica responsabile dell'osservanza dei contratti di lavoro nei confronti dei propri dipendenti.

B. L'Impresa appaltatrice sarà responsabile verso la stazione appaltante e verso terzi per i danni che potesse arrecare a persone o cose durante l'esecuzione dei lavori ed in dipendenza di essi.

Sono pure a carico dell'impresa:

- tutte le opere relative alle segnalazioni provvisorie ed agli oneri previsti dal vigente Codice



della Strada e del relativo Regolamento sia in materia di sicurezza della viabilità che di rispetto delle norme tecniche inerenti l'esatta applicazione della segnaletica stradale e di "nome strada" ed anagrafica;

- le spese occorrenti per eseguire esperimenti di qualsiasi genere, controlli, prove di laboratorio per accertare la buona qualità dei materiali impiegati e la rispondenza degli stessi alle norme tecniche in vigore;
- le spese occorrenti per provvedere alla misurazione e ad eventuali controlli di lavoro, eseguito in contraddittorio con la stazione appaltante.

L'osservanza delle zone e prescrizioni contenute nel Capitolato Particolare per il segnalamento stradale edito dal Ministero dei LL.PP. Ispettorato Generale Circolazione e Traffico del 1961, e quelle contenute nella circolare nuovi segnali "nome - strada" edito dal Ministero dei LL.PP. Ispettorato Gen.le Circolazione e Traffico del 1974, e al regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada D.P.R. 16 Dicembre '92 n. 495 e successive modifiche ed integrazioni salvo quanto diversamente disposto dal Capitolato Speciale d'Appalto.

#### C. Manutenzione garanzia:

I lavori eseguiti dovranno essere perfettamente efficienti per l'intera durata dell'appalto e per tutto il periodo di garanzia previsto nelle condizioni d'appalto.

Pertanto, qualora a giudizio insindacabile della Direzione appaltante fosse necessario provvedere al rifacimento della segnaletica inefficiente, l'Appaltatore dovrà provvedere in merito senza diritto ad ulteriori compensi, rimanendo responsabile di eventuali incidenti che dovessero verificarsi.

L'Appaltatore dovrà pure provvedere a proprie spese e cura al rifacimento di quella segnaletica

che risultasse non conforme alle prescrizioni delle norme vigenti.

I lavori di rinnovamento o di dipintura di indicazioni stradali o anagrafiche dovranno essere eseguiti con cura e con i migliori materiali in commercio.

#### 4.17.2. Normativa

##### ○ GENERALITA'

Le forniture saranno riconosciute ogni qualvolta verranno richiesti i soli materiali necessari all'esecuzione dei lavori, con l'esclusione di tutte le prestazioni inerenti la messa in opera.

Nei prezzi di tutte le forniture si considera sempre compreso il trasporto e la consegna dei materiali, franchi da ogni spesa, a piè d'opera nel cantiere di lavoro ed in ogni zona del territorio comunale.

Con la precisazione che, all'interno di tale distanza, ogni eventuale necessario spostamento delle forniture, per qualsiasi motivo o disposizione avvengano, sono compensate nel prezzo di applicazione o di posa in opera. L'Appaltatore dovrà fornire tutti i materiali di prima qualità, delle dimensioni, peso, numero, specie e lavorazione indicati nell'elenco prezzi e relativa descrizione e dovranno giungere in cantiere solo durante le ore di lavoro in modo che possano essere misurati in contraddittorio con i tecnici dell'Amministrazione appaltante addetti alla misurazione e contabilità dei lavori.

#### 4.17.3. Caratteristiche della pittura catarifrangente per segnaletica orizzontale

##### ○ ASPETTO

la pittura deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole. Tale aspetto deve avere anche dopo sei mesi d'immagazzinamento alla temperatura di \_ 5 C.

##### ○ COLORE

Il colore della pittura deve corrispondere a quello indicato dalla Direzione Lavori: bianco o giallo. La pittura di colore bianco, dopo l'essiccamento, si deve presentare con tono di bianco molto puro, senza accentuate sfumature di colore grigio o giallo. La pittura di colore giallo, dopo l'essiccazione dovrà avere il tono del colore giallo cromo medio.

○ PESO SPECIFICO

la pittura bianca da 1,550 a 1,750 kg/litro a 25 C;

la pittura gialla da 1,600 a 1,750 kg/litro a

○ VISCOSITA'

La vernice dovrà avere una consistenza, misurata allo "Stormer viscosometer" a 25° C., compresa tra 70 e 90 unità Krebs (A.S.T.M. D. 562).

La vernice dovrà essere di colore conforme a quello richiesto.

La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio, dopo l'essiccamento della vernice per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcun colorante organico e non dovrà scolorire al sole.

Quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75%, relativo all'ossido di magnesio, accertato mediante opportuna attrezzatura.

Il colore dovrà conservarsi nel tempo dopo l'applicazione e l'accertamento di tale conservazione potrà essere richiesto dalla Stazione Appaltante in qualunque momento e dovrà determinarsi con opportuno metodo in laboratorio.

○ COMPOSIZIONE

La pittura catarifrangente deve essere del tipo con perline di vetro premiscelate.

Bianco:

- contenuto in biossido di titanio minimo 17%
- non deve contenere assolutamente cloro-caucciù e gomme sintetiche
- residuo non volatile dal 77 all'84%.

Giallo:

- contenuti in cromato di piombo minimo 13%
- residuo non volatile dal 77 all'84%
- non deve contenere assolutamente cloro-caucciù o gomme sintetiche.

Il veicolo deve essere del tipo oleo-resinoso, in entrambi i suddetti colori, con un rapporto olio-resina di 1,4.

La resina deve essere del tipo fenoli modificato.

IL 50% dell'olio deve essere costituito da olio di legno della Cina.

○ PERLINE DI VETRO

Il contenuto di perline di vetro deve essere del 33% minimo nella pittura di colore bianco e 30% minimo nella pittura di colore giallo.

La granulometria delle perline di vetro, determinata con setaccio della serie ASTM, deve essere la seguente:

- perline passanti attraverso il setaccio n.70: 100%
- perline passanti attraverso il setaccio n.80: 85,100%
- perline passanti attraverso il setaccio n.140: 15,55%
- perline passanti attraverso il setaccio n.230: 10% max. La prova si effettua secondo la norma ASTM D 1214.

○ TEMPO DI ESSICAMENTO

La vernice, quando viene applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, nella quantità di kg. 0.100-0.150 per metro di striscia larga cm. 12 ed alla temperatura dell'aria compresa fra 15° C. e 40° C. e umidità relativa non superiore al 70%, dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30 - 45 minuti dell'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la vernice non dovrà più staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo la norma A.S.T.M. D. 711 - 55 e deve dare un numero "Pick-Up time 3" (fuori polvere) di massimo 30 minuti.

○ RESA MEDIA

1,3 ,1,6 kg/mq.

#### 4.17.4. Segnaletica verticale - caratteristiche tecniche e qualitative

○ DISPOSIZIONI GENERALI

Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni, misure prescritte dal vigente Regolamento di esecuzione del Codice della Strada e da successive modifiche, integrazioni e aggiornamenti.

I materiali adoperati per la fabbricazione dei segnali dovranno essere della migliore qualità in commercio.

A norma della Legge n° 113 del 30.03.1981, art.13, lettere b-d-e, dovranno essere presentati presso la stazione appaltante i campioni rappresentativi dei prodotti che si impiegheranno per la fornitura di segnaletica, che consistono in:

- n 1 segnale triangolare, lato cm.90, in lamiera di alluminio spessore 25/10, ricoperto in pellicola

catarifrangente a normale efficienza classe 1. A tale riguardo, per la individuazione di dette pellicole, si richiama al rispetto di quanto prescritto al capitolo 5 del Disciplinare Tecnico approvato con D.M. del 23.06.1990;

- n 1 STOP a forma ottagonale del tipo normale (vedi tabella 4) D.M. n 156 del 27.04.1990, in lamiera di alluminio spessore 25/10, ricoperto in pellicola catarifrangente ad elevata efficienza Classe 2.

Una dichiarazione impegnativa della Ditta fornitrice, nella quale, sotto la propria responsabilità dovrà indicare:

- metodi e cicli usati per la lavorazione dei segnali;
- descrizione ed ubicazione delle attrezzature in possesso della Ditta;
- attrezzature meccaniche per l'esecuzione degli interventi di segnaletica verticale;
- numero e composizione delle squadre per l'esecuzione degli interventi di segnaletica suddetti.

I campioni con la suddetta documentazione, dovranno pervenire all'Ufficio Tecnico cinque giorni prima dell'inizio dell'installazione.

La mancanza della suddetta dichiarazione o la presentazione di dati incompleti, insufficienti od inesatti o di campioni non rispondenti alle prescrizioni, comporterà l'immediata sospensione della fornitura e dei lavori relativi. Si fa inoltre presente che questa Amministrazione, in ottemperanza di quanto previsto al punto 1.2 del Disciplinare Tecnico approvato dal D.M.23.06.1990, intende disporre dei certificati di conformità relativi alle pellicole retroriflettenti che verranno impiegate per la fornitura.

Pertanto, la Ditta esecutrice, prima dell'inizio dei lavori, dovrà premunirsi della copia di tale documentazione, recante gli estremi della fornitura cui si riferisce, venga inviata a questa Amministrazione.

In mancanza della suddetta certificazione non potrà essere avviata alcuna procedura per la fornitura.

La Ditta aggiudicataria è tenuta alla fornitura di materiali conformi ai campioni presentati e non saranno quindi accettati prodotti difformi.

La fornitura di materiali diversi da quelli campionati costituirà motivo di immediato annullamento della fornitura con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela degli interessi di questa Amministrazione.

La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di eseguire, a spese della Ditta aggiudicataria, prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti a compensi per questo titolo.

La ditta aggiudicataria è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla Direzione Lavori, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

Qualora la Direzione Lavori rifiutasse qualche provvista ritenuta, a suo insindacabile giudizio non idonea, la medesima dovrà essere sostituita immediatamente con altra che risponda ai requisiti richiesti; i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente rimossi a cura e spese della Ditta fornitrice.

#### ○ PARTI METALLICHE

I segnali devono essere costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di mm. o in lamiera di prima scelta dello spessore non inferiore a 10/10 di mm.

Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il perimetro con una bordatura di irrigidimento

realizzata a scatola.

Se le dimensioni dei segnali superano la superficie di mq.1,25 i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento saldate secondo le mediane o le diagonali.

Le frecce di direzione, i pannelli VISUAL e di ostacolo, dovranno essere rinforzati mediante l'applicazione sul retro, per tutta la lunghezza del cartello, di due traverse di irrigidimento completamente scanalate adatte allo scorrimento longitudinale delle controstaffe di attacco ai sostegni.

Qualora infine i segnali siano costituiti da due o più pannelli contigui, questi dovranno essere perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistenti alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloncini zincati.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

La lamiera di ferro dovrà essere prima decappata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bonderizzazione per ottenere sulla superficie della lamiera uno strato di cristalli salini protettivi ed ancoranti per la successiva verniciatura.

Il materiale grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo wash primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo, e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140 C.

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato il nome del fabbricante, l'anno di fabbricazione del cartello e l'Ente o Amministrazione proprietaria della strada.

Per i segnali di prescrizione devono inoltre essere riportati gli estremi dell'ordinanza dell'Amministrazione Comunale. L'insieme di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di cmq.200, secondo quanto disposto dall'art.28 del D.M. n 156 del 27.04.1990.

Ad evitare forature, tutti i segnali dovranno essere muniti di attacco standard (adatto a sostegni in ferro tubolare  $\varnothing$  60) composto da staffe a corsoio della lunghezza utile di cm.12 saldate al segnale da controstaffe in acciaio zincato dello spessore di mm.3 con due fori, nonché da bulloni pure zincati (e relativi dadi) interamente filettati da cm.7,5

A scelta della Direzione Lavori potranno essere impiegati per i segnali di indicazione elementi profilati in estruso di alluminio modulari e connettabili, senza forature, con speciali morsetti per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi un peso minimo di kg12/mq.

Detti segnali dovranno essere in alluminio estruso anticorrosione (U.N.I.6060 nello stato T5) con le facce esposte interamente ricoperte da pellicola catarifrangente.

I supporti aventi, a secondo della richiesta, un'altezza di cm.25 o cm.30 (rispondenti alle altezze prescritte dalla Circolare n.400) dovranno avere le caratteristiche sottoriportate.

#### ○ SPESSORI

- per le altezze da cm.25 ,30 non inferiore a 25/10 di mm. su tutto lo sviluppo del profilo.

- per le targhe bifacciali, la distanza tra le due facce dovrà essere compresa tra mm.15 , 25.

#### ○ RINFORZI

- ogni elemento avrà ricavate sul retro speciali profilature ad "omega aperto" formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, che hanno la duplice funzione di irrigidire ulteriormente il supporto e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe, che in questo modo potranno essere fissate, senza problemi di interesse,

anche a sostegni esistenti.

Per i profili da cm.25 e cm.30, sono richieste tassativamente almeno 2 profilature ad "omega aperto".

- le targhe bifacciali dovranno essere complete anche di staffe a cerniera aperta pure in alluminio estruso per il fissaggio a sostegni tubolari di diam.50 o 90 mm.

- qualora non fossero richieste le staffe a cerniera aperta su entrambi i lati chiusi, quello mancante dovrà essere opportunamente chiuso con tappo pure in alluminio estruso.

#### ○ GIUNZIONI

ogni profilo avrà ricavate, lungo i bordi superiori ed inferiori, due sagome ad incastro che consentano la sovrapposibilità e la congiunzione dei profili medesimi.

Tale congiunzione, per offrire adeguate garanzie di solidità, dovrà avvenire mediante l'impiego di un sufficiente numero di bulloncini in acciaio inox da fissarsi sul retro del supporto come previsto per le targhe tradizionali, dalle norme AISCAT. Inoltre, per evitare possibili fenomeni di vandalismo, tale bulloneria non dovrà risultare visibile guardando frontalmente il retro del segnale e le teste delle viti saranno del tipo cilindrico con esagono incassato.

#### ○ BORDI LATERALI

I bordi laterali saranno rifiniti da un ulteriore profilo a "C" che sulla faccia anteriore del segnale si sovrapponga alla pellicola e che posteriormente consenta il fissaggio, a mezzo di idonee staffe in lega di alluminio, al supporto modulare.

#### ○ FINITURE

Le targhe realizzate con i profili descritti dovranno consentire l'applicazione sulla faccia anteriore dei vari tipi di pellicola con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Per quanto riguarda la finitura posteriore, non viene richiesto alcun trattamento particolare date le notevoli caratteristiche chimico-fisiche della lega anticorrosione.

#### ○ TARGHE

Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato utilizzando il supporto originale.

I sostegni saranno in ferro tubolare e previo decappaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo secondo le norme U.N.I.5101 e ASTM 123, che per il diametro di 60 mm. il rapporto è di kg2,95/ml. di tubo, la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica e dovranno avere un peso minimo di kg4,11/ml.

I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio saranno in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123 con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di kg140 per mq. ed atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio U.N.I.6060 nello stato T5 dell'altezza di mm.40.

#### ○ FACCIA ANTERIORE

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente paragrafo b del presente articolo, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza classe 1 o ad elevata efficienza classe 2, aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M.23.06.1990, secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'art.30 del D.M. n 156 del 27.04.1990. Inoltre, mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti di classe 1 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

Sui triangoli ed i dischi della segnaletica di pericolo, di divieto ed obbligo, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, con nome convenzionale a "Pezzo unico"; con questa denominazione si vuole definire un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti, per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole retroriflettenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata delle pellicole retroriflettenti.

Per i segnali di indicazione il codice dei colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni, devono rispondere a quanto prescritto dall'art.27 del D.M. n 156 del 27.04.1990 e quanto stabilito dalle Circolari del Ministero dei LL.PP. n 9540 del 20.12.1969, n 2730 del 19.04.1971, n 400 del 9.02.1979, e n 1515 del 28.09.1981 e successive modifiche ed integrazioni.

In ogni caso, l'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni deve essere tale da garantire la leggibilità ad una distanza non inferiore di m.75 ed allo scopo di mantenere un sufficiente potenziale di "bersaglio ottico" e richiamo visivo, i segnali di preavviso di bivio dovranno avere dimensioni non inferiori a m.1.50 x 1.00. Inoltre, nel caso di segnali di indicazione a fondo bianco, i caratteri alfabetici usati per le iscrizioni dovranno essere adeguatamente aumentati per compensare l'effetto di irradiazione. I segnali nuova figura 36-37-40 e 48 dovranno essere realizzati

obbligatoriamente in pellicola ad elevata efficienza classe 2 in conformità di quanto previsto all'art.30 del D.M. n 156 del 27.04.1990, sue modifiche integrazioni e aggiornamenti.

Tutti gli altri segnali potranno essere realizzati interamente in pellicola ad elevata efficienza classe 2, su richiesta della Direzione Lavori; varranno in ogni caso le modalità di esecuzione già sopra descritte e relative ai segnali a pezzo unico e a quelli di indicazione.

Qualora i segnali di indicazione ed in particolare le frecce di direzione siano di tipo perfettamente identico, la Direzione Lavori potrà richiederne la realizzazione interamente o parzialmente con metodo serigrafico, se il quantitativo giustifichi le spese per l'attrezzatura di stampa.

Le pellicole retroriflettenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici mediante apposita apparecchiatura che sfrutti l'azione combinata della depressione e del calore; potranno essere applicate anche con altre tecniche che garantiscano però che l'adesione delle pellicole sul supporto sia stata esercitata in maniera uniforme sull'intera superficie del segnale. Comunque, l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Ditta produttrice delle pellicole.

#### ○ PARTI METALLICHE

Le tabelle dei segnali "NOME STRADA" potranno essere in:

- lamiera piana di alluminio semi-crudo tipo P.AL.P.99,5 H 70 U.N.I.4507 60 dello spessore minimo di 25/10 di mm.;
- alluminio estruso anticorrosione tipo U.N.I.6060 nello stato T5 dello spessore di 25/10 mm.

Altezze	distanza fra le due facce compresa tra	spessore profilo
mm. 250 mm. 300	mm. 15 e 25	mm. 2,5+/-0,2 mm. 2,8+/-0,2

La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

Dopo detti processi le tabelle dovranno essere trattate con antiossidante del tipo Wash-Primer.

Per le sole tabelle monofacciali il retro oltre ai suddetti trattamenti, dovrà essere verniciato a fuoco a + 140, in colore grigio neutro con opportuni prodotti. Dopo i trattamenti di cui sopra e la eventuale verniciatura, il pannello verrà interamente ricoperto su una sola faccia o su entrambe le facce, con pellicola catarifrangente di colore bianco, a normale efficienza classe 1 o ad alta efficienza classe 2 e lavorata in modo da costruire il segnale regolamentare "Nome Strada" previsto dalla Circolare n 4564 del 20.11.1974.

#### ○ SOSTEGNI

I sostegni saranno in ferro tubolare e, previo decappaggio del grezzo, dovranno essere zincati a caldo (secondo le norme U.N.I.5101 e ASTM 123), che per il  $\varnothing$  60 mm. è di kg2,95/ml. e del peso minimo di kg4,11/ml. di tubo, la sommità dei sostegni dovrà essere chiusa con apposito tappo a pressione in resina sintetica; dovranno avere forma di  $\frac{1}{2}$ L+ rovesciata semplice o doppia per le targhe in lamiera piana di alluminio; la lunghezza del braccio orizzontale sarà proporzionata alle varie lunghezze dei cartelli da sostenere. L'angolo fra il sostegno verticale ed il braccio orizzontale dovrà essere ottenuto saldando un apposito raccordo.

L'estremità del braccio dovrà venire chiusa da un tappo di plastica. L'ancoraggio dei pannelli al sostegno dovrà avvenire mediante idonei sistemi di attacco atti a mantenere rigidamente i pannelli nella posizione voluta senza oscillazioni. Nel caso il segnale toponomastico debba essere applicato su altri pali o sostegni, si dovrà provvedere con opportuni attacchi modulari, rispettando le caratteristiche del segnale.

I sostegni per le targhe in materiale estruso d'alluminio saranno in ferro tubolare con caratteristiche e trattamenti come sopra indicati ma di forma rettilinea. La connessione della targa al sostegno dovrà avvenire mediante staffe a

cerniera aperta pure in alluminio estruso spessore 25/10 mm.. Tutti i sostegni, gli attacchi ed i materiali di connessione dovranno comunque essere sottoposti a preventivo esame e approvazione della Direzione Lavori.

- FACCE A VISTA

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto b del presente articolo, dovranno essere applicate pellicole retroriflettenti a normale efficienza classe 1 o ad elevata efficienza classe 2, aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M.23.06.1990, secondo quanto prescritto per ciascun tipo di segnale dall'art.30 del D.M.27.04.1990 n 156.

Inoltre, mediante esami specifici espressamente citati nel relativo certificato di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole di classe 1 sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

- PELLICOLE PLASTICHE NON RETRORIFLETTENTI

La pellicola plastica non retroriflettente dovrà essere costituita da un tenace filo di natura acrilica a superficie perfettamente liscia e resistente a tutti gli agenti atmosferici. Sul retro dovrà essere fornita di uno speciale adesivo pronto all'uso, protetto da un cartoncino protettivo che ne permetta la durevole applicazione su qualsiasi superficie liscia e pulita e non porosa ed in particolare sulle superfici delle pellicole catarifrangenti.

La pellicola plastica non catarifrangente dovrà possedere una elevatissima stabilità dimensionale, non dovrà correre né alterare in alcun modo le superfici di applicazione né reagire con esse deteriorandole.

Le pellicole plastiche non catarifrangenti, applicate con le tecniche prescritte dalla Ditta produttrice, dovranno resistere in modo eccellente per almeno 10 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno.

- PASTE SERIGRAFICHE

Per la stampa serigrafica del bordo azzurro, si dovranno usare paste serigrafiche trasparenti adatte all'applicazione su pellicole catarifrangenti.

Lo stampaggio diretto non dovrà in alcun modo intaccare il supporto della pellicola.

#### 4.17.5. Traffico, segnaletica, anagrafica, toponomastica - opere compiute

- NORMATIVA

##### GENERALITA'

Per opere compiute si intendono tutti i lavori dati finiti e che consistono nella fornitura dei materiali (ai sensi dell'art.31 delle "Prescrizioni Generali") e la relativa posa, o la sola posa, o qualsiasi altra lavorazione; i costi delle attrezzature e dei mezzi impiegati per dare i lavori completi ed eseguiti a perfetta regola d'arte sono compresi nei prezzi unitari.

In particolare, i materiali di risulta non riutilizzabili provenienti da lavori di scavo, di demolizione, di rimozione, ecc. saranno trasportati a discarica autorizzata (in conformità delle norme e delle leggi vigenti in materia) a cura e spese dell'Appaltatore, salvo disposizioni contrarie.

Nell'esecuzione delle opere, l'Appaltatore dovrà attenersi alle normative vigenti, relative alle varie specie di lavori, ed a tutte le successive modificazioni ed integrazioni che avessero a verificarsi durante il corso dello Appalto.

Per quanto concerne la classificazione dei vari tipi di lavoro di segnaletica orizzontale si precisa quanto segue:

1. per lavori di manutenzione si intende l'intervento che comporti nuovo tracciamento fino al 40% del lavoro appaltato;
2. per primo impianto si intende l'intervento dove necessita nuovo tracciamento per oltre il 40% del lavoro appaltato;



3. per una ripassata in più si intende l'intervento disposto dalla D.L. per ravvivare la segnaletica eseguita in precedenza, purché avvenga nell'arco dei 12 mesi dalla prima passata e appartenga al medesimo appalto.

In casi di urgenza l'Appaltatore dovrà dare immediata esecuzione agli ordini dati dalla D.L. sia verbalmente che telefonicamente ed in qualsiasi momento, salvo l'obbligo da parte della D.L. redigere, entro le 24 ore successive, l'ordinanza scritta.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile dei danni che per fatto suo, dei suoi operai ed agenti, o per difetto della esecuzione dei lavori o per mancanza delle normali previdenze ad essi attinenti, potessero venire arrecati alle persone o cose, sollevando la D.L. e la sorveglianza dei lavori, nonché l'Amministrazione appaltante, da ogni responsabilità civile e penale anche rispetto ai terzi. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà l'unica responsabile dell'osservanza dei contratti di lavoro nei confronti dei propri dipendenti.

○ SEGNALETICA

Modalità esecutive:

I lavori di segnaletica dovranno essere eseguiti secondo norme e leggi vigenti o secondo indicazioni impartite dalla Direzione Lavori; per quanto concerne la posa, è sempre a totale carico dell'Appaltatore, compreso l'eventuale onere del prelievo dei materiali dai magazzini, il trasporto e lo scarico degli stessi sul luogo di impiego e lo sgombero dei materiali eccedenti.

La segnaletica orizzontale dovrà essere eseguita a norma con compressori a spruzzo idonei.

La quantità di vernice da impiegare per mq. di superficie o per ml. di striscia, dovrà essere quella indicata nell'elenco prezzi e comunque, detta segnaletica dovrà essere perfettamente visibile sia di giorno che di notte, indipendentemente dallo stato di manutenzione del piano stradale (rugosità, deformazioni localizzate, ecc.) e dalle condizioni o fenomeni atmosferici, per tutta la durata della garanzia fissata in 365 gg.

Qualora la stazione appaltante richieda alla ditta Appaltatrice una ripassata in più, questa deve essere eseguita nell'arco dei 12 mesi e nell'ambito del medesimo appalto. Detta prestazione sarà pagata con apposito articolo dell'elenco prezzi.

## 4.18 SISTEMAZIONI A VERDE

### 4.18.1. Prescrizioni di categoria

(Oltre a quanto stabilito dalle "Prescrizioni generali", valgono quali obblighi a carico dell'Appaltatore, anche le seguenti prescrizioni particolari di categoria).

Gli spazi verdi e le piantagioni dovranno risultare in ogni momento della durata dell'appalto in ottimo stato di conservazione.

L'Appaltatore perciò dovrà predisporre una efficiente e razionale organizzazione con mezzi adeguati e maestranze specializzate e usando tutti gli accorgimenti tecnici e pratici in funzione delle condizioni stagionali e di ambiente.

I lavori devono essere eseguiti con materiali, metodi e magisteri appropriati e rispondenti alla loro natura, scopo e destinazione.

L'Appaltatore deve provvedere a sue spese a tutte le opere provvisorie miranti ad evitare possibili danni ai lavori ed alle proprietà adiacenti, nonché a garantire la incolumità degli operai, restando in ogni caso unico responsabile delle conseguenze di ogni genere, che derivassero dalla insufficiente solidità ed infine dalla scarsa diligenza posta nel sorvegliare gli operai.

Nell'esecuzione di tutti i lavori l'Appaltatore deve inoltre procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti del terreno, restando, oltre che totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, obbligato anche a provvedere a sua cura e spese alla rimozione di materie franate. Le materie provenienti dagli scavi, nel caso non vengano utilizzate o non ritenute

idonee dalla direzione dei lavori ad altro impiego nell'area dei lavori, devono essere portate a rifiuto in luoghi di discarica a spese dell'Appaltatore.

Le materie provenienti dagli scavi da utilizzare successivamente, devono essere depositate in luogo adatto, accettate dalla direzione dei lavori, per essere poi impiegate a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non devono riuscire di danno ai lavori in corso, alle proprietà pubbliche e private ed al libero deflusso delle acque.

La direzione dei lavori ha facoltà di fare asportare a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

### 4.18.2. Generalità

Le forniture saranno riconosciute ogni qualvolta verranno richiesti i soli materiali necessari all'esecuzione dei lavori, con esclusione di tutte le prestazioni inerenti la messa in opera.

Nei prezzi di tutte le forniture si intende sempre compreso e compensato il trasporto e la consegna dei materiali, franchi da ogni spesa, a piè d'opera sul cantiere di lavoro, in ogni zona del territorio comunale, entro una distanza media di m.100 dal punto d'impiego. Con la precisazione che, all'interno di tale distanza, ogni eventuale necessario spostamento delle forniture, per qualsiasi motivo o disposizione avvengano, sono compensate nel prezzo di applicazione o di posa in opera.

L'Appaltatore dovrà fornire tutti i materiali di prima qualità, delle dimensioni, peso, numero, specie e lavorazione indicati nell'elenco prezzi e relativa descrizione e dovranno giungere in cantiere solo durante le ore di lavoro in modo che possano essere controllati o misurati in contraddittorio con i tecnici dell'Amministrazione appaltante addetti alla misurazione e contabilità dei lavori.

#### 4.18.3. Tracciamenti e picchettature

Prima della messa a dimora delle piante e dopo le operazioni di preparazione agraria del terreno, l'Impresa, sulla scorta delle indicazioni della Direzione Lavori, degli elaborati grafici predisporrà la picchettatura delle aree di impianto, segnando la posizione nella quale dovranno essere eseguite le piantagioni singole (alberi, arbusti, ecc.) segnate in progetto.

A piantagione eseguita, l'Impresa dovrà consegnare una copia degli elaborati relativi con l'indicazione esatta delle posizioni delle piante, degli arbusti o cespugli messi a dimora.

#### 4.18.4. Terre da giardino

L'apporto di terra nei giardini si fa o per colmare delle depressioni o per formare delle aiuole o per cambiare del terreno inadatto alle colture che si vogliono praticare. Per terra da giardino si intende un terreno di medio impasto, esente da materiali sterili e grossolani (pietrame, ghiaia, calcinacci, e qualsiasi altro materiale inadatto alla coltura) e da rizomi, bulbi, semi di piante infestanti.

La terra dovrà essere scaricata con le modalità e nel luogo che sarà indicato dalla D.L. e dovrà essere sparsa fino a raggiungere i piani di livello che saranno indicati dalla D.L. stessa.

Se la terra dovrà servire per la formazione di aiuole oppure per sostituire altra terra inadatta alle coltivazioni, dovrà essere accuratamente scelta e provenire dallo strato più superficiale da terreni umiferi, con una percentuale di materia organica superiore a quella indicata appresso. Caratteristiche della terra richiesta:

1. terreno di medio impasto, caratterizzato da giusta proporzione tra i vari componenti (argilla limo sabbia) senza che nessuna di essa prevalga sugli altri.

In tale tipo di terreno l'argilla deve aggirarsi su valori compresi tra il 20/30%, la sabbia tra il 50/60%, ed il limo tra il 25/35%. Lo scheletro deve essere assente od al limite raggiungere il 10% del totale in peso, intendendosi per scheletro tutti quei componenti non terrosi che superano i 2 cm. di diametro. Il pH dovrà essere tendente al neutro (da 6,5 a 7);

2. la sostanza organica del terreno, espressa in humus, deve essere entro i limiti consentiti ed accertati dalla D.L. e comunque non inferiore al 2% in peso;

3. la profondità massima di prelievo della terra in oggetto, non dovrà superare i cm.50 di terreno lavorativo, dando la preferenza ai terreni coltivati a prato stabile od a medicaio. Sono esclusi tutti i terreni derivanti da opere di urbanizzazione con scavi profondi di fondazione, o di scavo di nuovi canali di bonifica o di opere di canalizzazione fognarie o simili;

4. L'Appaltatore dovrà far pervenire, a proprie spese, prima della fornitura, un campione sigillato della terra ordinata che dovrà avere tutti i requisiti chimico-fisici di cui al punto a) e b);

5. qualora la terra fornita non rispondesse ai requisiti sopracitati, dovrà essere allontanata immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituita con quella idonea.

#### 4.18.5. Concimi, terricciati e materiali per pacciamatura

Per concime si intende qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, idonea a fornire alle culture l'elemento o gli elementi chimici principali della fertilità necessari per lo svolgimento del loro ciclo vegetativo e produttivo.

Sono considerati elementi chimici della fertilità:

1. Gli elementi principali quali azoto, fosforo, potassio;

2. Gli elementi secondari quali calcio, magnesio e zolfo;

3. I microelementi (elementi oligo-dinamici, oligo-elementi) quali boro, manganese, zinco, rame, cobalto e ferro.

I concimi minerali (semplici, composti, composti fluidi, organici e organo-minerali) da impiegare dovranno avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

Sull'imballaggio dovranno essere riportati il titolo minimo con valori interi o con un decimale ed ogni elemento presente con indicato il simbolo chimico ed il nome.

Le confezioni di imballaggio devono essere in perfetto stato di conservazioni ed esenti da qualsiasi difetto quale chiusura difettosa, perdite, ecc.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di indicare con maggiore precisione, scegliendo di volta in volta in base alle analisi di laboratorio sul terreno e sui concimi e alle condizioni delle piante durante la messa a dimora e il periodo di manutenzione, quale tipo di concime dovrà essere usato.

Compresa la fornitura di materiale per pacciamatura, sfuso o insaccato, costituito da cortecce di latifolia o da cortecce di conifera, derivato dal compostato della corteccia priva di germi patogeni, semi di infestanti ed altre sostanze inquinanti. L'appezzatura sarà quella richiesta dalla Direzione Lavori.

#### 4.18.6. Sementi per tappeti erbosi e zolle erbose

1. Fornitura di miscugli di sementi per formazione di prato calpestabile con germinabilità non inferiore al 97% e purezza del 92% in imballaggi originali, con assenza di alterazioni dovute ad umidità od altre cause.

Per prati:

30% festucca ovina spartan,

30% lolium perenne lorino,

10% poa pratensis baron,

10% festucca rubra commutata rasengold,

10% festucca rubra rubra robin,

Per zone ombreggiate:

20% poa nemoralis

5% poa pratensis

10% poa trivialis

5% poa merium blue glass

5% eragrostis tenuis

55% lolium nano

Per prati sportivi:

40% lolium perenne loretta

20% lolium perenne royal

10% poa pratensis kimono

10% poa pratensis mosa

20% poa pratensis parade

Per prati e zone ombreggiate: trifoglio bianco repens nano

2. Fornitura di zolle erbose di prato polifita stabile tagliate in forma quadra di dimensioni medie di cm.25x25 esenti da erbe infestanti, tosate a cm.3,50/4,00, di almeno due anni.

3. Fornitura di zolle erbose di eragrostis tenuis tagliate in forma quadra di dimensioni medie di cm.25x25 esenti da erbe infestanti, tosate a cm.3,50/4, di almeno 1 anno.

#### 4.18.7. Verde pubblico, opere compiute

##### ○ GENERALITA'

Per opere compiute s'intendono tutti i lavori dati finiti, riguardanti la fornitura dei materiali, e relativa posa, o la sola posa, compreso le attrezzature ed i mezzi per dare i lavori completi ed eseguiti a perfetta regola d'arte.

Nell'esecuzione delle opere, l'Appaltatore dovrà attenersi alle normative vigenti relative alle varie specie di lavori ed a tutte le successive modificazioni ed integrazioni che avessero a verificarsi durante il corso dell'Appalto.

##### ○ LAVORAZIONI DEL SUOLO

Su indicazione della Direzione Lavori l'Impresa dovrà procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria.

Il lavoro consiste nella eliminazione degli avvallamenti e di ogni asperità con eventuale asporto dei materiali risultanti in eccedenza e di quelli di rifiuto, anche preesistente, a cura e spese della ditta appaltatrice.

Il lavoro potrà essere eseguito a mano e con mezzi meccanici, secondo la superficie e la situazione degli appezzamenti e in ogni caso che vengano assolutamente rispettate le piante compreso il loro apparato radicale.

Le lavorazioni necessarie su specifico ordine della Direzione Lavori potranno essere:

##### ○ VANGATURA

Si esegue con mezzi meccanici ove necessario; la profondità di lavoro dovrà essere di circa 25 cm.

Durante tale operazione si avrà cura di sminuzzare finemente il terreno e di eliminare ogni materiale estraneo (sassi, calcinacci, ecc.) e di mondare il terreno dalle erbe infestanti presenti, provvedendo alla contemporanea eliminazione di bulbi, tuberi, rizomi, e radici di tali infestanti.

In presenza di piante infestanti a radice fittonante il lavoro di eliminazione di tali prodotti dovrà essere eseguito a mano.

##### ○ ARATURA

Si esegue con aratro trainato da trattore agricolo di peso tale da non danneggiare i viali ed i piazzali attraverso ai quali dovrà transitare. La profondità della lavorazione potrà variare, secondo le necessità, da cm.20÷25 a cm.35÷40.

Le macchine impiegate non dovranno danneggiare le testate degli appezzamenti, le piante arboree e arbustive, le recinzioni, gli impianti di irrigazione e quanto altro possa insistere sull'appezzamento in lavorazione.

Qualora l'uso delle macchine dovesse essere sospeso per motivi di spazio, il lavoro dovrà essere finito a mano tramite l'uso della vanga, senza che la Ditta appaltatrice possa chiedere ulteriori compensi.

○ **ERPICATURA**

Si esegue dopo l'aratura e consiste nel frantumare le zolle, estirpare le erbacce e quant'altro insista sul terreno in lavorazione. Sarà preferibile l'impiego di erpice rotante che evita la formazione di uno strato sodo in profondità.

○ **FRESATURA**

Il lavoro di fresatura si esegue con appositi organi lavoranti (frese) azionati da motori di potenza adeguata e serve oltre che a pervenire ad un perfetto sminuzzamento delle zolle, ad interrare i concimi ed i correttivi per il terreno.

○ **RASTRELLATURA**

Il lavoro di rastrellatura si esegue col rastrello e col rastrellone. Il primo è il rastrello normale, ha una dozzina di denti intervallati ogni 3 cm., il secondo ha 6 denti, più aguzzi, intervallati ogni 5 cm.

Si adopera l'uno o l'altro secondo la dimensione dei materiali che si devono rastrellare e la rifinitura del lavoro che si vuole ottenere. Se si parla di rastrellatura si intende il lavoro che fa il rastrello normale col quale si asportano dal terreno i materiali grossolani, le piante infestanti, le loro radici e ogni altro materiale inadatto alla vegetazione.

Il lavoro del rastrellone è lo stesso che esegue il rastrello ma è più grossolano. Se durante la vangatura sono venuti in superficie molti sassi e molte erbacce, può esser utile dare una prima passata col rastrellone per sgombrare i materiali più grossolani e rifinire successivamente il lavoro col rastrello.

○ **SCERBATURA DEI PRATI E DELLE AIUOLE**

Con questo lavoro si estirpano le erbe infestanti dai prati e dalle aiuole fiorite; si esegue a mano estirpando tutte le erbe infestanti con tutto l'apparato radicale, senza danneggiare le essenze pratensi o le piante coltivate. L'operazione deve essere eseguita prima che le erbacce maturino i semi.

Se il terreno sarà un po' umido il lavoro riuscirà meglio. Col terreno bagnato l'estirpazione viene facilitata ma si può eseguire soltanto se l'operaio addetto può lavorare senza calpestare il coltivato.

Nei terreni argillosi si interverrà soltanto quando il terreno si trova nella "giusta tempera", altrimenti bisognerà attendere che il terreno stesso smaltisca l'eccesso di umidità.

La scerbatura si esegue con una zappa stretta, con una zappetta a cuore e bidente, o strappando le erbacce con le mani.

L'eventuale impiego di diserbante sarà possibile solo previa autorizzazione scritta della Direzione Lavori e con prodotti da questa indicati.

○ **SFALCI E TOSATURE DI ERBE**

**SFALCIO DI ERBE IN BANCHINA O SU SCARPATE**

Si esegue a mezzo di appositi meccanismi atti a sfibrare le erbe infestanti. Ove non sia possibile l'impiego di macchine il lavoro sarà eseguito a mano. Qualsiasi prodotto di risulta dello sfalcio (materiali inerti in loco, vegetazioni sfalciate, ecc.) dovrà essere raccolto e trasportato a discarica a cura e spese dell'Appaltatore. Non dovranno mai comunque permanere parti di vegetazione o materiali diversi di risulta sul piano viabile. Eventuali danni saranno a completo carico della ditta appaltatrice.

Inoltre, la Ditta è obbligata al ripristino di ogni attrezzatura presente sul terreno, che dovesse essere rimossa o danneggiata durante l'esecuzione dei lavori (ivi compresa la sostituzione di piante irrimediabilmente compromesse da tali operazioni ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori) a cura e spese dell'assuntore, nel più breve tempo possibile e comunque secondo gli ordinativi impartiti dalla Direzione lavori.

**SFALCIO DI ERBE SULLE SUPERFICI DI PARTERRES STRADALI ED AIUOLE SPARTITRAFFICO IN PRESENZA DI ALBERATURE ED ARBUSTI E DI OGNI ALTRO OSTACOLO (PARACARRI SEGNALETICA - GUARD-RAILS - ECC.)**

L'erba presente nelle aree oggetto dell'appalto dovrà essere tagliata ad altezza di circa cm.4 - 5, mediante l'uso di macchine tosatrici tipo "Flail-mover", ad evitare pericolosi lanci di sassi od altro materiale inerte. Nei luoghi ove non sia possibile l'impiego di macchine, il lavoro sarà eseguito a mano con falci o falcetti o con decespugliatori a motore, muniti di fili radenti di nylon, ad evitare danni alle piante insistenti sui parterres o sulle aiuole spartitraffico. L'assuntore è tenuto ad eliminare eventuali ricacci presenti al piede delle piante, con i metodi di cui sopra, inoltre dovrà provvedere contemporaneamente alla eliminazione (con decespugliatori a fili di nylon o con badili da raspare) delle erbe presenti lungo le cordone adiacenti ai parterres, anche se queste si trovino tra il manto di asfalto e la cordonata stessa.

La Ditta assuntrice dovrà asportare i prodotti di risulta delle operazioni di sfalcio e a depositarli a discarica a proprie spese.

Eventuali prodotti dello sfalcio finiti sui marciapiedi o sulla carreggiata stradale, devono essere prontamente rimossi, a carico della Ditta assuntrice.

La Ditta aggiudicataria è tenuta a collocare durante le ore di lavoro, transenne, cartelli e segnalazioni varie, atti a garantire la pubblica incolumità e ad evitare ingombro di suolo pubblico non strettamente necessario per l'esecuzione dei lavori.

Prima di eseguire ogni qualsiasi intervento, la Ditta appaltatrice è tenuta a far eseguire la raccolta di materiali estranei (carte-plastica-sassi, ecc..) presente sul manto erboso e di depositarlo a discarica a sue spese. E fatto assoluto divieto alla Ditta assuntrice di bruciare qualsiasi materiale di risulta sul posto di lavoro. La Ditta è obbligata a ripristinare ogni attrezzatura di qualsiasi genere presente sul terreno, che dovesse essere rimossa o danneggiata nel corso dell'esecuzione dei lavori. Eventuali danni a piante presenti, dovranno essere rifusi alla stazione appaltante, comprese le eventuali sostituzioni di piante od arbusti irrimediabilmente danneggiati da azioni derivanti dallo sfalcio. Eventuali danni dovuti a cattiva esecuzione dei lavori (scotricamento del manto erboso; moria di piante formanti siepi o gruppi di arbusti) dovranno essere prontamente riparati dalla Ditta assuntrice a sua cura e spese.

#### ○ SEMINE E RISEMINE

1. Le operazioni di semina verranno effettuate dalla Ditta appaltatrice, dopo aver provveduto alla preparazione del terreno;
2. La quantità di seme da distribuire viene così stabilita:
  - a. nel caso di miscuglio di graminacee (gr.40/mq.);
  - b. nel caso di semina di *Trifolium Repens* nano (gr.25/mq.);
3. Le operazioni di semina verranno effettuate spargendo la semente a mano con più passate incrociate a spaglio. A discrezione della Direzione Lavori si potranno anche usare apposite macchine seminatrici. Una volta effettuata la semina, si provvederà all'interramento della semente mediante rastrelli a mano od erpici a sacco.

Successiva operazione sarà la rullatura del terreno, da ripetersi a germinazione avvenuta.

Ogni altra cura ai tappeti erbosi in formazione, con un congruo numero di tagli (non meno di 3) di cui il primo a distanza di gg.30 dalla semina con eliminazione delle infestanti, innaffiature di soccorso, saranno a totale carico della Ditta appaltatrice, fino al termine del periodo di garanzia.

Si pretenderà altresì che finito tale termine le erbe del prato coprano regolarmente il terreno senza che risultino punti di addensamento o diradamento, nel quale ultimo caso si pretenderà la risemina.

Nel caso di infestazioni di formiche, che potrebbero asportare il seme, la Ditta è tenuta a trattare il seminato con appositi prodotti.

Il periodo di garanzia viene normalmente stabilito in circa sei mesi dalla semina.

○ TRATTAMENTI DI DISINFEZIONE E DISINFESTAZIONE

1. Nella composizione delle miscele da irrorare la Ditta dovrà attenersi scrupolosamente ai prodotti ed alle percentuali stabilite dalla Direzione Lavori, la quale stabilirà anche i giorni e le ore in cui si eseguiranno i trattamenti. Nelle alberate stradali i trattamenti si eseguiranno preferibilmente in ore notturne.

La Ditta appaltatrice dovrà eseguire i trattamenti con macchine di potenza adeguata al particolare lavoro da eseguire. Ad irrorazione avvenuta il fusto e le foglie delle piante trattate dovranno essere completamente bagnati, le foglie specialmente nella parte inferiore.

2. Qualora l'appalto, abbia un rapporto continuativo la Ditta dovrà eseguire il trattamento non più tardi di 24 ore dopo la richiesta, che potrà essere fatta anche con fonogramma, del quale farà fede il protocollo della stazione appaltante.

3. Per il trattamento di piante d'alto fusto occorrerà usare macchine che siano in grado di mandare il liquido almeno qualche metro sopra l'altezza degli alberi (dai 35 ai 40 m.).

Occorreranno quindi degli atomizzatori dotati di motore con potenza non inferiore ai 70 HP con turbina e convogliatore diretto (regolabile come inclinazione dalla completa verticale alla orizzontalità) a grande volume d'aria e velocità (non meno di 15 mc. al secondo di aria con velocità di circa 40 metri al secondo) capaci di spingere il liquido nebulizzato dagli appositi ugelli, alla altezza necessaria per una perfetta irrorazione dei soggetti da trattare. Tali lavori potranno essere anche eseguiti con atomizzatori simili a quanto sopra esposto però trainati da trattrici agricole, con potenza di circa 80-100 HP, e munite di giunto cardanico.

4. Tutti gli operatori che eseguono le anzidette operazioni dovranno essere muniti di autorizzazione all'uso dei presidi fitosanitari.

○ TRATTAMENTI CON DISERBANTI

1. Ove fosse necessario intervenire per l'eliminazione completa delle infestanti erbacee od arbustive (lungo i marciapiedi e le recinzioni, luoghi incolti, piazzali inghiaiai o bitumati, ecc.) si ricorrerà, a discrezione della Direzione Lavori, all'uso di erbicidi o dissecanti.

2. I prodotti impiegati dovranno essere ascritti alla 3ª classe tossicologica. Si consigliano:

- Roundup (come diserbante)

- Gramox R.10 (come dissecante)

3. Durante i lavori di diserbo chimico si useranno pompe a bassa pressione, con ugelli polverizzatori muniti di apposita campana di protezione, onde evitare l'eccessiva nebulizzazione del prodotto e la possibilità di contaminare essenze arboree e arbustive, presenti o adiacenti al luogo di intervento, siano dette essenze pubbliche che private.

4. Eventuali danni, arrecati al patrimonio verde dianzi citato, saranno a carico della Ditta assuntrice, con relativo risarcimento, ritenendosi con ciò sollevata l'Amministrazione Comunale da ogni responsabilità civile o penale derivante dall'improprio uso di meccanismi o di prodotti chimici, nei riguardi di persone, animali o cose.

5. Tutti i prodotti di risulta, una volta ottenuto il disseccamento delle infestanti, saranno prontamente raccolti ed asportati a discarica in luoghi reperiti a cura e spese della Ditta appaltatrice.

○ IRRIGAZIONI

Le irrigazioni dovranno essere ripetute e tempestive e variare in quantità e frequenza in relazione alla natura del terreno, alle caratteristiche specifiche delle piante, al clima e all'andamento stagionale: il programma di irrigazione e i metodi da usare dovranno essere determinati dall'Impresa e successivamente approvati dalla Direzione Lavori.



Nel caso le precipitazioni atmosferiche non siano sufficienti o non siano distribuite sufficientemente, l'innaffiatura dovrà essere assicurata durante tutto il periodo vegetativo dalla metà di marzo a fine settembre. Le piante sempre verdi dovranno venire innaffiate anche durante l'inverno se la temperatura è sopra lo zero e il terreno non è gelato.

○ RINNOVO DELLE PARTI NON PERFETTAMENTE RIUSCITE DEI TAPPETI ERBOSI

L'Impresa dovrà riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare o difettosa delle specie prative, oppure sia stata aggiudicata per qualsiasi motivo insufficiente dalla Direzione Lavori.

○ DIFESA DELLA VEGETAZIONE INFESTANTE

Durante l'operazione di manutenzione l'Impresa dovrà estirpare, le specie infestanti e reintegrare lo strato quando prescritto dalla Direzione Lavori.

○ CONTROLLO DEI PARASSITI E DELLE FITOPATIE IN GENERE

È competenza dell'Impresa controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accerati.

Gli interventi dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione Lavori.

○ MANUTENZIONE DELLE OPERE A VERDE

La manutenzione che l'Impresa è tenuta ad effettuare fino a collaudo dovrà comprendere le seguenti operazioni:

- irrigazione;
- ripristino conche e rincalzo;
- falciature, diserbi e sarchiature;
- concimazioni;
- potature;
- eliminazione e sostituzione delle piante morte;
- rinnovo delle parti non perfettamente riuscite dei tappeti erbosi;
- difesa della vegetazione infestante;
- controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere.

La manutenzione delle opere dovrà avere inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e dovrà continuare fino a collaudo.

Ogni nuova piantagione dovrà essere curata con particolare attenzione fino a quando non sarà evidente che le piante, superato in trauma del trapianto, (o il periodo di germinazione per le semine) siano ben attecchite e siano in buone condizioni vegetative.

In considerazione della particolarità dei lavori, entro un anno dalla fine degli stessi sarà certificato con apposito verbale la regolarità dell'esecuzione dei lavori a verde.

Fino al collaudo la manutenzione degli impianti dovrà essere fatta a cura e spese dell'Impresa.

Per tutto il periodo corrente tra l'esecuzione ed il collaudo, l'impresa sarà quindi garante delle opere e delle forniture eseguite, restando su esclusivo carico tutte le sostituzioni e i ripristini che si rendessero necessari, salvo casi di vandalismo riconosciuti dalle parti.

#### 4.19 Modalità di gestione dell'impianto produttivo di conglomerato bituminoso

Rif. a §3.1.2 DM 5/08/2024

L'appaltatore si rifornisce in impianti per la produzione di conglomerato bituminoso idonei alla lavorazione del conglomerato bituminoso di recupero. L'impianto di produzione del conglomerato bituminoso deve essere attrezzato per una corretta gestione delle materie prime e per la riduzione degli impatti ambientali. In particolare, gli impianti devono essere attrezzati con linee e dispositivi atti all'introduzione del granulato, adeguati alla percentuale di recupero prevista in progetto. Gli impianti prevedono, inoltre:

- a) lo stoccaggio delle sabbie immediatamente destinate alla miscelazione e del conglomerato bituminoso di recupero sotto una tettoia o in un capannone ventilato, consentendo così di ridurre i consumi energetici necessari per eliminare l'umidità contenuta nel materiale e al tempo stesso ridurre le emissioni odorigene;
- b) l'impiego di gas metano, o gas metano liquido o biometano o idrogeno o alla produzione di energia da pannelli fotovoltaici per alimentazione dei macchinari o per l'illuminazione;
- c) la gestione dei fumi e delle polveri;
- d) la gestione delle emissioni odorigene.

L'appaltatore può rifornirsi da impianti che non possiedono tutti i requisiti di cui alle lettere da a) a d), quando nel territorio circostante al cantiere non sono presenti, a distanza di trasporto inferiore a novanta minuti, almeno due impianti conformi.

In corso di esecuzione del contratto, la Direzione lavori verificherà la rispondenza al criterio attraverso visite ispettive presso gli impianti di produzione.

La documentazione, consistente in esiti delle verifiche ispettive ovvero in certificati, dovrà essere parte dei documenti di fine lavori consegnati dalla Direzione Lavori alla Stazione Appaltante.

#### 4.20 Temperatura di miscelazione del conglomerato bituminoso

Rif. a §3.13 DM 5/08/2024

La massima temperatura di miscelazione all'impianto di produzione del conglomerato bituminoso con bitume tal quale è inferiore di 20°C rispetto a quella massima imposta dalle normative della serie UNI EN 13108 in base al grado del bitume utilizzato. Nel caso di uso di conglomerato bituminoso con bitumi duri secondo la norma UNI EN 13305, o bitumi modificati secondo la norma UNI EN 14023 o conglomerati bituminosi additivati con compound polimerici e, in generale, ad alta viscosità, la temperatura di miscelazione deve essere inferiore o uguale a 175°C. La temperatura effettiva di miscelazione è scelta sulla base delle temperature esterne, delle caratteristiche dei materiali componenti e loro modalità di stoccaggio, della distanza del cantiere dall'impianto, in modo da avere la corretta temperatura di posa come specificato al criterio "2.2.3 Temperatura di posa degli strati in conglomerato bituminoso".

L'offerente allega, alla domanda di partecipazione alla gara, una dichiarazione di impegno a presentare, alla Direzione lavori, i marchi CE e relative dichiarazioni di prestazione (DoP) dei conglomerati bituminosi con l'indicazione dell'intervallo di temperatura, massimo alla miscelazione e minimo alla consegna, i tabulati di produzione dell'impianto e i documenti di trasporto del conglomerato bituminoso con indicata la temperatura del materiale in uscita dall'impianto, ossia la temperatura di consegna. In corso di esecuzione del contratto, la Direzione lavori verificherà la rispondenza al criterio, che può essere ulteriormente verificato attraverso misurazioni dirette presso il sito di produzione, effettuate da parte della Direzione lavori, anche per mezzo di un laboratorio, incaricato dalla Stazione Appaltante.

## 4.21 Personale di cantiere

Rif. a §3.14 del DM 5/08/2024

Il personale impiegato con compiti di coordinamento (caposquadra, capocantiere ecc.) è adeguatamente formato sulle procedure e tecniche per la riduzione degli impatti ambientali del cantiere con particolare riguardo alla gestione degli scarichi, dei rifiuti e delle polveri e, più in generale, su tutte le misure di sostenibilità ambientale del cantiere indicate al capitolo "2.4 Specifiche tecniche progettuali relative al cantiere" del DM 5/08/2024.

## 4.22 Macchina operatrici

Rif. a §3.15 DM 5/08/2024

I motori termici delle macchine operatrici sono di fase IV a decorrere dal 1° gennaio 2025, e di fase V a decorrere dal 1° gennaio 2028. Le fasi dei motori per macchine mobili non stradali sono definite dal Regolamento UE 1268/2016 modificato dal Regolamento UE 2020/1040.

Prima dell'ingresso delle macchine in cantiere l'appaltatore presenta, al direttore dei lavori, i manuali d'uso e manutenzione o i libretti di immatricolazione quando disponibili, delle macchine utilizzate in cantiere per la verifica della Fase di appartenenza. La documentazione è parte dei documenti di fine lavori consegnati dalla Direzione Lavori alla stazione appaltante.

## 4.23 Grassi ed oli lubrificanti per i veicoli utilizzati durante i lavori

Rif. a §3.1.6 DM 5/08/2024

I codici c.p.v. relativi a tale criterio sono i seguenti: c.p.v. 09211900-0 oli lubrificanti per la trazione, c.p.v. 09211000-1 oli lubrificanti e agenti lubrificanti, c.p.v. 09211100-2 - Oli per motori, cpv 24951100-6 lubrificanti, cpv 24951000-5 - Grassi e lubrificanti, cpv 09211600-7 -Oli per sistemi idraulici e altri usi.

### 4.23.1. Grassi ed oli lubrificanti: compatibilità con i veicoli di destinazione

Rif. § 3.1.6.1 CAM Strade

Le seguenti categorie di grassi ed oli lubrificanti, il cui rilascio nell'ambiente può essere solo accidentale e che dopo l'utilizzo possono essere recuperati per il ritrattamento, il riciclaggio o lo smaltimento, per essere utilizzati, devono essere compatibili con i veicoli cui sono destinati:

- Grassi ed oli lubrificanti per autotrazione leggera e pesante (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti per motoveicoli (compresi gli oli motore);
- Grassi ed oli lubrificanti destinati all'uso in ingranaggi e cinematismi chiusi dei veicoli.

Tenendo conto delle specifiche tecniche emanate in conformità alla Motor Vehicle Block Exemption Regulation (MVBER) e laddove l'uso dei lubrificanti biodegradabili o minerali a base rigenerata non sia dichiarato dal fabbricante del veicolo incompatibile con il veicolo stesso e non ne faccia decadere la garanzia, la fornitura di grassi e oli lubrificanti è costituita da prodotti biodegradabili o minerali a base rigenerata conformi alle specifiche tecniche di cui ai successivi criteri o di lubrificanti biodegradabili in possesso dell'Ecolabel (UE).

Prima dell'ingresso delle macchine in cantiere, l'appaltatore presenta, al direttore dei lavori, l'elenco dei veicoli e macchinari e i rispettivi manuali d'uso e manutenzione. La documentazione è parte dei documenti di fine lavori consegnati dalla Direzione Lavori alla Stazione Appaltante.

#### 4.23.2. Grassi ed oli biodegradabili

##### Rif. § 3.1.6.2 CAM Strade

I grassi ed oli biodegradabili devono essere in possesso del marchio di qualità ecologica europeo Ecolabel (UE) oppure devono essere conformi ai seguenti requisiti ambientali.

##### **a) Biodegradabilità**

I requisiti di biodegradabilità dei composti organici e di potenziale di bioaccumulo devono essere soddisfatti per ogni sostanza, intenzionalmente aggiunta o formata, presente in una concentrazione  $\geq 0,10\%$  p/p nel prodotto finale.

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

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

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

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

##### **b) Bioaccumulo**

Non occorre determinare il potenziale di bioaccumulo nei casi in cui la sostanza:

- ha massa molecolare (MM)  $> 800$  g/mol e diametro molecolare  $> 1,5$  nm ( $> 15$  Å),

oppure

- ha un coefficiente di ripartizione ottanolo/acqua ( $\log K_{ow}$ )  $< 3$  o  $> 7$ , oppure

- ha un fattore di bioconcentrazione misurato (BCF)  $\geq 100$  l/kg, oppure

- è un polimero la cui frazione con massa molecolare  $< 1\,000$  g/mol è inferiore all'1 %.

Prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore presenta, al direttore dei lavori, l'elenco dei prodotti con indicazione della denominazione sociale del produttore, la denominazione commerciale del prodotto e l'etichetta ambientale posseduta. Nel caso in cui il prodotto non sia in possesso del marchio Ecolabel (UE) sopra citato, ma di altre etichette ambientali ritenute equivalenti, devono essere riportate le caratteristiche, anche tecniche, dell'etichetta posseduta.

In assenza di certificazione ambientale, la conformità al criterio sulla biodegradabilità e sul potenziale di bioaccumulo è dimostrata mediante rapporti di prova redatti da laboratori accreditati in base alla norma tecnica UNI CEI EN ISO/IEC 17025.

Detti laboratori devono pertanto effettuare un controllo documentale, effettuato sulle Schede di Dati di Sicurezza (SDS), degli ingredienti usati nella formulazione del prodotto e sulle SDS del prodotto stesso ovvero di altre informazioni specifiche (quali ad esempio: individuazione delle sostanze costituenti il formulato e presenti nell'ultima versione dell'elenco LUSC-LUbricant Substance Classification List della Decisione (UE) 2018/1702 della Commissione del 8 novembre 2018 o dati tratti da letteratura scientifica) che ne dimostrino la biodegradabilità e, ove necessario, il bioaccumulo (potenziale);

In caso di assenza di dati sopra citati, detti laboratori devono eseguire uno o più dei test indicati nelle tabelle 2 e 3 al fine di garantire la conformità al criterio di biodegradabilità e potenziale di bioaccumulo.

**Tabella 2: Test di biodegradabilità**

	SOGLIE	TEST
Rapidamente biodegradabile	$\geq 70\%$ (prove basate sul carbonio organico disciolto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 301 A / capitolo C.4-A dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 E / capitolo C.4-B dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 306 (Shake Flask method)</li> </ul>
	$\geq 60\%$ (prove basate su impoverimento di $O_2$ / formazione di $CO_2$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 301 B / capitolo C.4 -C dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 C / capitolo C.4 -F dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> </ul>
(aerobiche)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 301 D / capitolo C.4 -E dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 F / capitolo C.4 -D dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 306 (Closed Bottle method)/capitolo C.42 del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 310/capitolo C.29 del Reg. (EC) N.440/2008</li> </ul>
Intrinsecamente biodegradabile (aerobiche)	$> 70\%$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 302 B / capitolo C.9 dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 302 C</li> </ul>
	$20\% < X < 60\%$ (prove basate su impoverimento di $O_2$ / formazione $CO_2$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 301 B / capitolo C.4-C dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 C / capitolo C.4-F dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 D / capitolo C.4-E dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 301 F / capitolo C.4-D dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 306 (Closed Bottle method)/capitolo C.42 del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• OECD 310/capitolo C.29 del Reg. (EC) N.440/2008</li> </ul>
BOD5/COD	$\geq 0,5$	<ul style="list-style-type: none"> <li>• capitolo C.5 dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> <li>• capitolo C.6 dell'allegato del Reg. (EC) N.440/2008</li> </ul>

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

**Tabella 3: Test e prove di bioaccumulo**

	Soglie	Test
log KOW (misurato)	Logkow<3 Logkow>7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OECD 107 / Part A.8 Reg. (EC) No 440/2008</li> <li>• OECD 123 / Part A.23 Reg. (EC) No 440/2008</li> </ul>
log KOW (calcolato). Nel caso di una sostanza organica che non sia un tensioattivo e per la quale non sono disponibili valori sperimentali, è possibile utilizzare un metodo di calcolo. Sono consentiti i metodi di calcolo qui riportati.	Logkow<3 Logkow>7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CLOGP</li> <li>• LOGKOW</li> <li>• KOWWIN</li> <li>• SPARC</li> </ul>
BCF (Fattore di bioconcentrazione)	≤100 l/kg	• OECD 305 / Part C.13 Reg. (EC) No 440/2008

I valori log Kow si applicano soltanto alle sostanze chimiche organiche. Per valutare il potenziale di bioaccumulo di composti inorganici, di tensioattivi e di alcuni composti organometallici devono essere effettuate misurazioni del Fattore di bioconcentrazione-BCF. Le sostanze che non incontrano i criteri in tabella 3 sono considerate potenzialmente bioaccumulabili.

I rapporti di prova forniti rendono evidenti le prove che sono state effettuate ed attestano la conformità ai CAM relativamente alla biodegradabilità e, ove necessario, al potenziale bioaccumulo. La documentazione è parte dei documenti di fine lavori consegnati dalla Direzione Lavori alla Stazione Appaltante.

#### 4.23.3. Grassi ed oli lubrificanti minerali a base rigenerata

Rif. § 3.1.6.3 CAM Strade

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

**Tabella 4**

Nomenclatura combinata-NC	Soglia minima base rigenerata %
NC 27101981 (oli per motore)	40%
NC 27101983 (oli idraulici)	80%
NC 27101987 (oli cambio)	30%
NC 27101999 (altri)	30%

Prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore presenta, al direttore dei lavori, l'elenco di prodotti con la certificazione attestante il contenuto di riciclato olio rigenerato quale, ad esempio, REMADE® o "ReMade in Italy®".

#### 4.23.4. Requisiti degli imballaggi in plastica degli oli lubrificanti

Rif. § 3.1.6.4 CAM Strade

L'imballaggio primario in plastica degli oli lubrificanti è costituito da una percentuale minima di plastica riciclata pari al 50% in peso.

Prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore, l'aggiudicatario presenta, al direttore dei lavori, l'elenco di prodotti con indicazione del contenuto di riciclato nell'imballaggio. I prodotti con l'etichetta ecologica Ecolabel (UE) sono ritenuti conformi

al criterio. La documentazione è parte dei documenti di fine lavori consegnati dalla Direzione Lavori alla stazione appaltante. Per quanto riguarda le prove sul contenuto di materia riciclata, riferirsi al criterio “2.1.2 Contenuti del capitolato speciale d'appalto” del CAM Strade.