



MINISTERO DELLE
INFRASTRUTTURE E DELLA
MOBILITÀ SOSTENIBILI



E.N.A.C.
ENTE NAZIONALE per
L'AVIAZIONE CIVILE

Committente Principale



AEROPORTO INTERNAZIONALE DI FIRENZE - "AMERIGO VESPUCCI"

Opera

MASTERPLAN AEROPORTUALE 2035

Titolo Documento Completo

Opere idrauliche esterne al sedime
Documentazione Generale -Disciplinare descrittivo e prestazionale
degli elementi tecnici - Opere idrauliche

Livello di Progetto

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

LIV	REV	DATA EMISSIONE	SCALA	CODICE FILE COMPLETO
PFTE	00	Settembre 2022	-	FLR-MPL-PFTE-OIE1-009-IL-DT_Discip Tecnico
				TITOLO RIDOTTO
				Discip Tecnico

00	09/2022	Prima Emissione	TAE+HYDEA	C. NALDI	L. TENERANI
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

<p>COMMITTENTE PRINCIPALE</p>  <p>ACCOUNTABLE MANAGER Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>PROGETTAZIONE</p>  <p>DIRETTORE TECNICO Ing. Lorenzo Tenerani Ordine degli Ingegneri di Massa Carrara n°631</p>	<p>SUPPORTI SPECIALISTICI</p> <p>PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</p>  <p>Ing. Claudia Naldi Ordine degli Ingegneri di Firenze n°7122</p>
<p>POST HOLDER PROGETTAZIONE AD INTERIM Dott. Vittorio Fanti</p>	<p>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Claudia Naldi Ordine degli Ingegneri di Firenze n°7122</p>	<p>SUPPORTO SPECIALISTICO</p>  <p>HYDEA PROGETTISTA SPECIALISTICO Dott. Ing. Stefano Monni</p> <p>HYDEA S.p.A. Via del Rosso Fiorentino, 2g 50142 Firenze Italia</p>
<p>POST HOLDER MANUTENZIONE Ing. Nicola D'ippolito</p>		
<p>POST HOLDER AREA DI MOVIMENTO Geom. Luca Ermini</p>		

MASTERPLAN 2035
AEROPORTO
AMERIGO VESPUCCI - FIRENZE

OPERE IDRAULICHE

PROGETTO DI FATTIBILITA'
TECNICO-ECONOMICA

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE
DEGLI ELEMENTI TECNICI

Il responsabile del servizio

Il progettista

Il responsabile del procedimento

INDICE

Capo III - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori, qualità e provenienza dei materiali, modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro 4

NORME SUI MATERIALI	4
Art. 1 Prescrizioni generali – prove	4
Art. 2 Acque e leganti.....	4
Art. 3 Sabbia - ghiaia - pietrisco - inerti per calcestruzzo e opere murarie	4
Art. 4 Pietrischi - pietrischetti - graniglia - sabbia	5
Art. 5 Scogliere in massi ciclopici.....	6
Art. 6 Materiali ferrosi e metalli vari	7
Art. 7 Legnami.....	8
Art. 8 Materiali per opere stradali.....	8
Art. 9 Manto o guaina di impermeabilizzazione.....	16
Art. 10 Tubazioni.....	18
NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI	25
Art. 11 Tracciamenti	25
Art. 12 Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini	25
Art. 13 Bonifica da Ordigni Esplosivi.....	26
Art. 14 Tagli di vegetazione ed alberature	27
Art. 15 Demolizioni e rimozioni.....	28
Art. 16 Movimenti di terra.....	28
Art. 17 Scavi a sezione aperta di sbancamento	29
Art. 18 Scavi di fondazione a sezione obbligata	29
Art. 19 Scavi a sezione ampia obbligata per imposta di opere d'arte, per la formazione e/o il rizezionamento di canali esistenti.....	30
Art. 20 Rilevato per argini, rinterri ad opere d'arte, tombamenti di canali e riconformazione delle sponde dei canali.....	31
Art. 21 Distendimento delle materie di risulta dagli scavi	31
Art. 22 Rifiuti, terre e rocce da scavo e trasporto delle terre di risulta dagli scavi	37
Art. 23 Scogliere in massi ciclopici per sistemazioni di difese radenti	38
Art. 24 Trasporto a discarica di materiali eterogenei.....	38
Art. 25 Aggottamenti.....	39
Art. 26 Rilevati e rinterri	39
Art. 27 Rilevati in terra armata	41
Art. 28 Rilevati addossati alle murature.....	46
Art. 29 Opere in calcestruzzo normale e armato	47
Art. 30 Impermeabilizzazione manufatti in cls	69
Art. 31 Rivestimenti delle sezioni d'alveo dei canali	70
Art. 32 Giunti.....	70
Art. 33 Opere murarie	71
Art. 34 Tubazioni, cavi, e manufatti fognari	71
Art. 35 Norme per tutte le apparecchiature idraulico-meccaniche	81
Art. 36 Paratoie a clapét	84
Paratoie a Clapet di sezione rettangolare	84
Art. 37 Paratoie piane su ruote.....	85
Art. 38 Paratoie piane a strisciamento in acciaio.....	87
Art. 39 Asta idrometrica	88
Art. 40 Sensore di livello piezometrico a sonda immersa	88
Art. 41 Prove e collaudi delle condotte.....	88
Art. 42 Rinterri e riempimenti dei cavi	89
Art. 43 Ricostruzione dei manti bituminosi (binder) e tappeti di usura	90

Art. 44 Strato di fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato	94
Art. 45 Strato di fondazione stradale in misto cementato	95
Art. 46 Strato di sottofondazione stradale	96
Art. 47 Conglomerato bituminosi di Base, Binder ed Usura	98
Art. 48 Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura	106
Art. 49 Pavimentazioni in masselli autobloccanti.....	108
Art. 50 Pavimentazione viabilità vicinale.....	110
Art. 51 Pavimentazione per marciapiedi	111
Art. 52 Cordonature	111
Art. 53 Barriere di sicurezza e parapetti per manufatti stradali in elementi prefabbricati in lamiera d'acciaio zincato	112
Art. 54 Recinzioni	113
Art. 55 Cancelli metallici.....	113
Art. 56 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio precompresso per strutture e pareti perimetrali	113
Art. 57 Strutture in acciaio	118
Art. 58 Fondazioni speciali.....	129
Art. 59 Colonne di terreno consolidato (JET-GROUTING)	146
Art. 60 Fanghi bentonitici	150
Art. 61 Gabbionate	152
Art. 62 Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati	153
Art. 63 Condotte portanti in lamiera d'acciaio ondulata e zincata per tombini.....	153
Art. 64 Drenaggi con filtro in geotessile nontessuto.....	154
Art. 65 Barriere di sicurezza	154
Art. 66 Opere con la tecnica spingi tubo	156
Art. 67 Segnaletica verticale	157
Art. 68 Cordolo in gomma.....	169
Art. 69 Cordolo delimitatore di corsia	170
Art. 70 Segnaletica orizzontale permanente	171
Art. 71 Impianti elettrici	172

ABBREVIAZIONI

D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;

D.P.R. n. 207 del 2010: Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici (D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163), per le parti ancora in vigore;

Capitolato generale d'appalto (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);

Decreto n. 81 del 2008 (decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro), e s.m.i.;

R.U.P. (Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 31 del D. Lgs n.50 del 18/04/2016 e degli articoli 9 e 10 del decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207);

DURC (Documento unico di regolarità contributiva): il documento attestante la regolarità contributiva previsto dall'articolo 90, comma 9, lettera b), decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e dall'allegato XVII, punto 1, lettera i), allo stesso decreto legislativo, nonché dall'articolo 2 del decreto-legge 25 settembre 2002, n. 210, convertito dalla legge 22 novembre 2002, n. 266; nonché dall'articolo 196 del Decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207.

Capo III - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori, qualità e provenienza dei materiali, modo di esecuzione di ogni categoria di lavoro

NORME SUI MATERIALI

Art. 1 Prescrizioni generali – prove

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere dovranno pervenire da località ritenute dall'Impresa di sua convenienza, purché siano, come caratteristiche, corrispondenti a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali. In mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

I materiali potranno essere posti in opera solo dopo che siano stati riconosciuti dalla Direzione dei Lavori di buona qualità, in relazione alla natura del loro impiego.

L'Impresa ha l'obbligo di prestarsi, tutte le volte che la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario, alle prove sui materiali impiegati o da impiegarsi e delle varie categorie di impasti cementizi; essa provvederà, a tutte sue spese, al prelevamento ed all'invio dei campioni per l'esecuzione delle prove necessarie presso gli Istituti sperimentali a ciò autorizzati, producendo i certificati rilasciati alla Direzione dei Lavori.

Dei campioni può essere ordinata la conservazione in locali indicati dalla Direzione dei Lavori, munendoli di sigilli, nei modi più atti a garantirne l'autenticità.

Sono pure a carico dell'Impresa, in quanto compensati con i prezzi in elenco, la esecuzione delle prove, i sondaggi geotecnici e le prove geotecniche in situ da effettuarsi, su indicazione della Direzione dei Lavori, sulle opere oggetto di costruzione.

L'Impresa è obbligata a rimuovere immediatamente dai cantieri i materiali non accettati dalla Direzione dei Lavori e a demolire le opere costruite con i materiali non riconosciuti di buona qualità. Il tutto a propria cura e spesa.

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 impiegati.

Art. 2 Acque e leganti

L'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose o colloidali.

I cementi ed i leganti idraulici, le calce aeree, le pozzolane, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere alle prescrizioni di accettazione di cui alle norme vigenti e in particolare:

della legge 26/5/1965 n. 595;

delle "Norme sui registri di accettazione e modalità di prova dei leganti idraulici" D.M. 14/1/1966 modificato con D.M. 3/6/1968 e D.M. 31/8/1972;

delle "Norme per l'accettazione delle calce aeree" R.E. 16/11/1939 n. 2231;

delle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16/11/1939 n.2230;

di altre eventuali Norme che dovessero essere emanate dai competenti organi.

Si impiegherà cemento del tipo "325" e "425". I cementi ed i leganti in genere dovranno essere conservati in sacchi sigillati originali in magazzini coperti, su tavolati in legno, ben riparati dall'umidità o in silos.

Qualora, in qualsiasi momento, si accerti che i leganti, per effetto di umidità, non siano polverulenti ma agglutinati o grumosi, saranno allontanati dal cantiere.

Il gesso dovrà essere di fresca e regolare cottura, scevro di parti non sufficientemente cotte, o raggrumate e non deteriorato per azione dell'umidità.

Il grassello di calce bianca per murature o intonaci dovrà provenire da calce in zolle di prima qualità e cotta regolarmente, spenta almeno venti giorni prima dell'impiego e passata al setaccio.

Art. 3 Sabbia - ghiaia - pietrisco - inerti per calcestruzzo e opere murarie

Tutti gli inerti, oggetto di fornitura e posa in opera si intendono procurati a cura e spese dell'Impresa in cava di prestito posta ad una d.m.b. di 100 km dal luogo di impiego.

Dovranno rispondere ai requisiti delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 L. 1086 del 5/11/1971.

La sabbia dovrà essere scevra da sostanze terrose, argillose e polverulente e dovrà presentare granulometria bene assortita con diametro massimo di 2 mm, priva di elementi aghiformi e lamellari.

La ghiaia ed il pietrisco devono provenire da rocce compatte e resistenti, non gelive. Devono essere privi di elementi allungati e lamellari ed essere scevri del tutto da sostanze estranee e da parti polverulente e terrose.

Gli inerti per calcestruzzi dovranno anche essere stati lavati in impianti meccanici.

Le dimensioni massime degli inerti costituenti la miscela dovranno essere le maggiori fra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare il diametro massimo di cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione e di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpata o simili; di cm 4 se si tratta di getti per volte, di cm 3 se si tratta di cementi armati; di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc..) per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 21 delle Norme citate.

L'accettazione di miscugli naturali non vagliati è riservata alla Direzione dei Lavori, purché la granulometria del miscuglio stesso abbia caratteristiche soddisfacenti alle condizioni di massima compattezza del calcestruzzo con la minore possibile quantità di frazioni sottili.

Tutti i laterizi dovranno essere di pasta fine, compatta, omogenea, scevra da noccioli o calcinelli, essere ben profilati con facce piane e spigoli vivi. Alla rottura dovranno presentare struttura fine ed uniforme.

Dovranno inoltre presentare una cottura perfetta, così da riuscire sonori alla percussione, non contorti, né screpolati, né vetrificati. Dovranno infine corrispondere a tutte le prescrizioni delle leggi del 16 novembre 1939 nn. 2228,2230,2231,2232,2233,2234,2235 e successive modificazioni ed integrazioni, ed alle Norme UNI 5628-65, UNI 1607, UNI 5629-65, UNI 5630-65, UNI 5632-65 e presentare una resistenza a compressione (carico di rottura) non inferiore a Kg/cm² 150 dopo 20 cicli di azione a +35° e -10°.

Tutti i laterizi, prima del loro impiego, dovranno essere completamente e prolungamente bagnati, fino a saturazione.

Le pietre naturali devono essere compatte, prive di piani di sfaldatura ed altri difetti, di tonalità e colore uniforme, resistenti all'usura, non gelive. Per la loro accettazione si applicheranno le disposizioni di cui al R.D. 16 novembre 1939 n. 2232 e successive modificazioni ed integrazioni.

La lavorazione delle superfici a vista dovrà risultare perfettamente uniforme ed eseguita in conformità alle prescrizioni impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto esecutivo.

Le lavorazioni che potranno essere adottate per le pietre da taglio saranno le seguenti:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezza fina;
- d) a grana fina

Quando anche si tratti di facce semplicemente abbozzate, esse dovranno venire lavorate sotto regolo in modo da non presentare incavi o sporgenze maggiori di cm 2 rispetto al piano medio; le pietre lavorate a punta grossa non presenteranno irregolarità maggiori di cm 1.

Per le pietre lavorate a punta mezzana od a punta fina, i letti di posa saranno lavorati a perfetto piano, e le facce dovranno avere spigoli vivi e ben rifilati in modo che le connessure non eccedano i mm 5.

Dove sia prescritta la lavorazione a martellina, le superfici e gli spigoli dovranno essere lavorati in modo che le connessure non eccedono i mm 3. Non saranno tollerate né smussature negli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi.

Art. 4 Pietrischi - pietrischetti - graniglia - sabbia

Tutti gli inerti, oggetto di fornitura e posa in opera si intendono procurati a cura e spese dell'Impresa in cava di prestito posta ad una d.m.b. di 100 km dal luogo di impiego.

Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei pietrischi e dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R. (Fascicolo n° 4, Ed. 1953 ed eventuali successive modifiche) ed essere rispondenti alle specifiche riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

a) Materiali per massicciate stradali

Dovranno essere scelti fra quelli più duri, compatti, tenaci e resistenti di fiume o di cava, con resistenza a compressione non inferiore a 1.500 kg/cm² e resistenza all'usura non inferiore ai 2/3 del granito di S. Fedelino; dovranno essere assolutamente privi di polvere, materie terrose o fangose e di qualsiasi altra impurità.

b) Pietra per sottofondi

La pietra per sottofondi dovrà provenire da cava e dovrà essere fornita nella pezzatura non superiore a cm 20; se fornita in pezzatura superiore dovrà essere dimezzata durante la posa; dovrà essere della migliore qualità, di forte coesione e di costante omogeneità. Sarà scartata inderogabilmente tutta quella proveniente da cappellaccio o quella prossima a venature di infiltramento.

c) Ghiaia in natura

La ghiaia in natura per intasamento dell'ossatura o ricarichi dovrà essere costituita da elementi ovoidali, esclusi in modo assoluto quelli lamellari, in pezzatura da cm 1 a cm 5 ben assortita, potrà contenere sabbia nella misura non superiore al 20%. Dovrà essere prelevata in banchi sommersi ed essere esente da materie terrose e fangose.

d) Pietrisco

Il pietrisco dovrà provenire da frantumazione di ciottoli di fiume o da pietra calcarea di cave di pari resistenza. I ciottoli o la pietra dovranno essere di dimensione sufficiente affinché ogni elemento del pietrischetto presenti almeno tre facce di frattura e risulti di dimensioni da cm 4 a cm 7.

La frantumazione dei ciottoli o della pietra potrà venire effettuata sia a mano che meccanicamente e seguita da vagliatura, onde selezionare le granulazioni più idonee a formare una pezzatura varia da cm 4 a cm 7 e nella quale il volume dei vuoti risulti ridotto al minimo. Al riguardo dovranno osservarsi esattamente le disposizioni che verranno impartite all'atto esecutivo dalla Direzione dei Lavori.

Il pietrisco dovrà essere assolutamente privo di piastrelle o frammenti di piastrelle e da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

e) Pietrischetto

Il pietrischetto e la graniglia dovranno provenire da frantumazione di materiale idoneo e saranno esclusivamente formati da elementi assortiti di forma poliedrica e con spigoli vivi e taglienti, le cui dimensioni saranno fra i mm 5 e mm 20.

Saranno senz'altro rifiutati il pietrischetto e la graniglia ad elementi lamellari e scagliosi.

Detto materiale dovrà essere opportunamente vagliato, in guisa di assicurare che le dimensioni dei singoli elementi siano quelle prescritte e dovrà risultare completamente scevro da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

Art. 5 Scogliere in massi ciclopici

a) Pietre naturali

Le pietre naturali da impiegare nelle scogliere ed in qualunque altro lavoro, dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate.

Le pietre per le murature faccia a vista dovranno essere del tutto affini, per aspetto e natura litologica, a quelle impiegate nella zona per manufatti analoghi, restando escluse quelle marnose e quelle gelive o comunque alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Dovranno avere grana compatta, essere monde da cappellaccio ed esenti da piani di sfaldamento, screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno inoltre offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui saranno assoggettate ed avere un'efficace adesività alle malte.

I conci o le lastre dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego e dovranno essere sgrossate con il martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

Gli elementi lapidei per i rivestimenti spondali e d'alveo dovranno essere costituiti da massi in roccia silicea o calcarea compatta e uniforme, non geliva, fortemente resistente all'abrasione, con buona resistenza alla compressione. Dovranno essere sani, privi di fratture e di parti alterate e dovranno avere dimensioni e pesi conformi a quanto previsto nei disegni di progetto, nell'apposito articolo del presente Disciplinare e nelle apposite voci di Elenco Prezzi.

b) Scogliere fluviali

Le scogliere fluviali dovranno essere costituite da massi di roccia calcarea o silicea, non gelivi, compatti e fortemente resistenti all'abrasione, di peso compreso tra 0.8 e 1.6 tonn, provenienti da idonee cave di prestito site a qualsiasi distanza. In particolare tali materiali lapidei dovranno possedere requisiti conformi a quanto prescritto nell'articolo del presente Disciplinare relativo alle pietre naturali.

Tali massi dovranno essere posti in opera mediante l'impiego di idonei mezzi meccanici al di sotto o superiormente rispetto al pelo dell'acqua, sulle sponde e sul fondo dei corsi d'acqua, secondo gli allineamenti e le livellette di progetto, in modo ordinato e profilato sulla sagoma esterna ed in maniera comunque conforme alle prescrizioni contenute negli appositi particolari costruttivi ed a quelle impartite all'atto esecutivo dal Direttore dei Lavori. Qualora si previsto l'impiego di appositi geotessili nontessuti con funzione di filtro da interporre tra la sponda in terreno naturale e la scogliera in massi ciclopici si dovrà porre particolare attenzione alla posa in opera dei blocchi lapidei sopra i geotessili in modo tale da non danneggiare gli stessi. I geotessili contessuti da impiegare dovranno essere del tipo agugliato con massa areica non inferiore a 600 g/mq.

Gli interstizi tra i massi dovranno essere adeguatamente intasati utilizzando materiale arido di idonea pezzatura, in misura non superiore al 15% del peso complessivo ovvero, ove previsto il rinverdimento della scogliera mediante posa in opera di talee o piantine, con terreno vegetale.

Nei tratti previsti, i massi dovranno essere intasati con conglomerato cementizio di classe Rck 250 avendo cura, per la formazione del paramento faccia a vista, di arretrare l'intasamento in calcestruzzo di circa 5 cm rispetto al piano del paramento stesso.

Art. 6 Materiali ferrosi e metalli vari

a) Materiali ferrosi

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Gli acciai per c.a.p. e strutture metalliche dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 14/2/1992 e successivi aggiornamenti, alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

1) Ferro

Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

2) Acciaio trafilato o laminato

Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà, sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente graduale.

I profilati saranno conformi alle Tabelle UNI 7070-72.

3) 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.

4) Ghisa

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

modellata.

E' assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa sferoidale secondo la norma UNI 4544, e realizzati secondo le norme UNI EN 124.

La zincatura di profilati, lamiere e tubi in acciaio, di qualsiasi sezione, spessore o diametro, tanto in elementi singoli quanto assemblati in strutture composte, dovrà essere fatta per immersione in zinco fuso, nel rispetto delle prescrizioni della Norma UNI 5744-66 (rivestimenti metallici protettivi applicati a caldo, rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in materiale ferroso).

b) Metalli vari

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

Art. 7 Legnami

Di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare, sia per le opere definitive che per quelle provvisorie, a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono stati destinati. I legnami rotondi o pali dovranno provenire da vero tronco e non dai rami, saranno diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in alcun punto dal palo.

Dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e rettificati in superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare il quarto del maggiore dei due diametri. I legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato dovranno avere tutte le facce spianate, tollerandosi in corrispondenza ad ogni spigolo l'alburno e lo smusso in misura non maggiore di 1/5 della minore dimensione trasversale dell'elemento. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadri a sega e dovranno avere tutte le facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta. I legnami, in genere, dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 Ottobre 1912 ed alle Norme UNI in vigore.

Art. 8 Materiali per opere stradali

Salvo quanto meglio specificato nei singoli paragrafi relativi alla realizzazione delle opere i materiali dovranno risultare avere le seguenti caratteristiche:

- SABBIA PER IL RINFIANCO DELLE TUBAZIONI:

Dovrà provenire da cave fluviali o da frantumazione di materiali lapidei (polvere di cava), comunque assolutamente scevra da terra, argilla, materiali organici od altri componenti estranei alla propria natura silicea.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche ed organiche della sabbia approvvigionata sul cantiere alle esigenze d'impiego dovranno in ogni caso essere verificate dalla Direzione Lavori, che avrà piena facoltà di pretendere la sostituzione di partite giudicate non idonee.

- GHIAIA IN NATURA:

Dovrà provenire da cave fluviali (tout – venant) ed essere costituita da un miscuglio di sabbia e ghiaia derivante da rocce non gelive, di natura compatta e resistente, con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso per l'impiego a cui è destinato; dovrà inoltre risultare ben assortita nei suoi componenti con esclusione degli elementi litici non passanti al vaglio di 7 cm e con percentuale di sabbia compresa fra il 40% ed il 60% del miscuglio;

- GHIAIE - 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%.

- PIETRISCHI – PIETRISCHETTI – GRANIGLIE –SABBIE – ADDITIVI PER PAVIMENTAZIONI:

Al pari della ghiaia, dovranno derivare da rocce non gelive aventi alta resistenza alla compressione, essere scevri da sabbia, polvere od altre sostanze eterogenee, inoltre dovranno essere formati da elementi aventi più facce a spigoli vivi, avere i requisiti di durezza e potere legante richieste per le diverse categorie di lavori ed in generale dovranno avere caratteristiche corrispondenti alle “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).

- MISTO GRANULARE NATURALE STABILIZZATO:

La fondazione è costituita da miscele di terre stabilizzate granulometricamente; la frazione grossa di tali miscele (trattenuto al setaccio 2 UNI) può essere costituita da ghiaie, frantumati, detriti di cava, scorie o anche altro materiale ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori.

La fondazione potrà essere formata da materiale idoneo pronto all'impiego oppure da correggersi con adeguata attrezzatura in impianto fisso di miscelazione o in sito.

Lo spessore della fondazione sarà conforme alle indicazioni di progetto e/o dalla Direzione Lavori, e verrà realizzato mediante sovrapposizione di strati successivi.

Gli inerti componenti dovranno derivare da rocce non gelive di natura compatta e resistente con esclusione di qualsiasi materiale eterogeneo o comunque dannoso; potranno pervenire sia da cava fluviale che da frantumazione di rocce, da correggersi e miscelarsi in impianto fisso con la eventuale aggiunta di inerti e di additivi, in modo da ottenere un miscuglio “stabilizzato granulometricamente”, che abbia le seguenti caratteristiche fisiche:

- a) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

serie crivelli e setacci UNI	mm.	Miscela passante % totale in peso
crivello UNI 2334	71	100
crivello UNI 2334	40	75 ÷ 100
crivello UNI 2334	25	60 ÷ 87
crivello UNI 2334	10	35 ÷ 67
crivello UNI 2334	5	25 ÷ 55
setaccio UNI 2332	2	15 ÷ 40
setaccio UNI 2332	0,4	7 ÷ 22
setaccio UNI 2332	0,075	2 ÷ 10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;
- e) equivalente in sabbia (CNR 27 – 1972) misurato sulla frazione passante al setaccio n 4 compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo meccanico di scuotimento).

Tale controllo dovrà essere eseguito anche sul 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 25-35, 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 (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

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 a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 – 35;

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, mediante prove di laboratorio sui campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione Lavori a tempo opportuno, prima dell'inizio delle lavorazioni.

L'Appaltatore dovrà indicare per iscritto il tipo di lavorazione che intende adottare ed il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera.

In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

Per il materiale proveniente da cave l'Appaltatore dovrà indicare le fonti di approvvigionamento e la Direzione Lavori si riserva di accertarne i requisiti di accettazione mediante controlli sia in cava che in corso d'opera con le modalità sopra specificate.

Il materiale, qualora la Direzione Lavori ne accerti la non rispondenza anche ad una sola delle caratteristiche richieste, non potrà essere impiegato nella lavorazione e se la stessa Direzione Lavori riterrà, a suo insindacabile giudizio, che non possa essere reso idoneo mediante opportuni interventi correttivi da effettuare a cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere allontanato dal cantiere.

- MISTO GRANULARE PROVENIENTE DALLA LAVORAZIONE DI MATERIALI RECUPERABILI

Dovrà essere costituito da una miscela di materiali granulari appartenenti alla classe A1 delle norme CNR-UNI 10006. Tale materiale potrà essere di provenienze diverse, in proporzioni che in ogni caso saranno stabilite attraverso una indagine preliminare di laboratorio della quale dovrà essere fornita idonea certificazione alla Direzione dei Lavori. La rispondenza alle caratteristiche di seguito dettagliate potrà essere verificata dalla Direzione dei Lavori, che avrà piena facoltà di pretendere la sostituzione delle parti non giudicate idonee.

- Caratteristiche del materiale da impiegare:

Il materiale posto in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

1. l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a mm 71, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
2. granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo e uniforme concorde a quello delle curve limiti:

serie crivelli e setacci UNI	mm.	Miscela passante % totale in peso
crivello UNI 2334	71	100
crivello UNI 2334	40	75 ÷ 100
crivello UNI 2334	25	60 ÷ 87
crivello UNI 2334	10	35 ÷ 67
crivello UNI 2334	5	25 ÷ 55
setaccio UNI 2332	2	15 ÷ 40
setaccio UNI 2332	0,4	5 ÷ 22
setaccio UNI 2332	0,075	2 ÷ 10

3. rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
4. perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 40%;
5. limite liquido della frazione passante al setaccio 0,4 non maggiore di 25;
6. indice di plasticità non maggiore di 6;
7. indice di portanza CBR dopo 4 giorni di immersione in acqua non minore di 50;
8. equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65, eseguito su campione prelevato dopo il costipamento.

- MALTA CEMENTIZIA AERATA:

Dovrà essere composta da aggregati selezionati e lavati (granuli di sabbia fino a 6 mm.) del tutto privi di sostanze reattive dannose o materiali terrosi, tenuti insieme da una matrice di pasta di cemento; dovrà presentarsi omogenea, compatta e priva di segregazioni o di essudazione, con consistenza variabile da fluida a autolivellante, secondo la necessità di impiego o le prescrizioni degli Enti proprietari delle strade; in particolare dovrà presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

- 1) assoluta permeabilità al gas metano;
- 2) tempo di indurimento sufficiente per sviluppare una buona portanza da 12 a 24 ore;
- 3) contenuto di aria inglobata, omogeneamente distribuita in micro e macro bolle non comunicanti, compreso tra il 20% e il 30%;
- 4) massa volumica allo stato indurito compresa tra 1.600 e 1.800 kg/mc;
- 5) resistenza a compressione dopo 28 giorni: da 12 a 20 kgp/cmq;

- MISTO CEMENTATO:

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicato in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito inferiore ai 10 cm (di norma 20 cm).

Per gli inerti saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli aggregati.

La Direzione Lavori potrà autorizzare l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a sette giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,75 mm.

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

- a) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 - 1971):

serie crivelli e setacci UNI	mm.	Miscela passante % totale in peso
crivello UNI 2334	40	100
crivello UNI 2334	30	80 ÷ 100
crivello UNI 2334	25	72 ÷ 90
crivello UNI 2334	15	53 ÷ 70
crivello UNI 2334	10	40 ÷ 55
crivello UNI 2334	5	28 ÷ 40
setaccio UNI 2332	2	18 ÷ 30
setaccio UNI 2332	0,4	8 ÷ 18
setaccio UNI 2332	0,18	6 ÷ 14
setaccio UNI 2332	0,075	5 ÷ 10

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34 - 1973) non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (CNR 27 - 1972) compreso fra 30 - 60;
- e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

Per il legante dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno) di classe 325 tenendo anche in conto la eventuale aggressività dell'ambiente. A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2, 5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

E' possibile sostituire parzialmente il cemento con cenere di carbone del tipo leggero di recente produzione: orientativamente le ceneri leggere possono sostituire fino al 40% del peso indicato di cemento.

La quantità in peso di ceneri da aggiungere per ottenere pari caratteristiche meccaniche scaturirà da apposite prove di laboratorio da effettuare a cura dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori.

Indicativamente ogni punto percentuale di cemento potrà essere sostituito da 4-5 punti percentuali di ceneri.

L'acqua dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (CNR 69 - 1978) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate di seguito.

Per lo studio della miscela in laboratorio, l'Appaltatore dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la

composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale di cemento e delle eventuali ceneri volanti, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); 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 17,78 cm.

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento, l'eventuale cenere e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino.

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm 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 AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 h e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non inferiore al 90% e temperatura di circa 293° K); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida.

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante. I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (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 ±15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo). Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

- BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE:

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti «Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione», Ed. maggio 1978; «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.

Nella tabella seguente si riportano le normative per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi e delle emulsioni bituminose:

Bitumi semisolidi	
Penetrazione	Normativa UNI EN 1426
Punto di rammollimento	Normativa UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	Normativa UNI EN 12593
Ritorno elastico	Normativa UNI EN 13398
Stabilità allo stoccaggio tube test	Normativa UNI EN 13399
Viscosità dinamica	Normativa UNI EN 13302 (Viscosimetro Rotazionale Brookfield)
Perdita per riscaldamento in strato sottile	Normativa UNI EN 12607-1
Emulsioni bituminose	
Contenuto di bitume (residuo per distillazione)	Normativa UNI EN 1431
Contenuto d'acqua	Normativa UNI EN 1428

Grado di acidità	Normativa UNI EN 12850
Sedimentazione a 7 gg	Normativa UNI EN 12847

Per leganti bituminosi semisolidi si intendono i bitumi per uso stradale costituiti sia da bitumi di base che da bitumi modificati.

I bitumi di base per uso stradale sono quelli di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Le tabelle che seguono si riferiscono nella prima parte al prodotto di base così come viene prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi, nella seconda parte al prodotto sottoposto all'invecchiamento artificiale; l'ANAS S.p.A. si riserva anche la possibilità di rilevare le caratteristiche elencate nella seconda parte per meglio valutare l'affidabilità di impiego dei leganti:

Bitume		Tipo	
Parametro	Unità di misura	50/70	70/100
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	°C	45-60	40-60
Punto di rottura (Fraass)	°C	≤ - 6	≤ - 8
Ritorno elastico a 25° C	%	-	-
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	Pa · s	0,03-0,10	0,02-0,10
Valori dopo RTFOT(*)			
Penetrazione residua a 25°C	%	≥ 40	≥ 50
Incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9

NOTA: (*) Rolling Thin Film Oven Test

Bitumi modificati (additivati con polimeri) si dividono a seconda delle prestazioni in soft “SF” o hard “HD”.

I bitumi di base di tipo 70-100, cioè, potranno essere modificati in raffineria o tramite lavorazioni successive mediante l'aggiunta di polimeri (elastomeri e loro combinazioni) effettuata con idonei dispositivi di miscelazione al fine di ottenere migliori prestazioni dalle miscele in due modi distinti:

- in modo soft SF: modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella seguente;
- in modo hard HD: modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella seguente.

Possono essere inoltre impiegati bitumi di base modifica BM opportunamente preparati per una successiva modifica.

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali salvo diversa indicazione della Committente.

Le percentuali totali, in peso sul bitume, di polimero sono indicativamente:

- per modifica soft 2,5%-3,5%;
- per modifica hard 4%-6%.

Il polimero deve presentarsi ben disperso nel bitume.

Bitume modificato		Tipo		
Parametro	Unità di misura	Base Modifica BM	Soft SF	Hard HD
Penetrazione a 25°C	dmm	80-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento	°C	40-60	60-80	70-90
Punto di rottura (Fraass)	°C	≤ - 8	≤ - 10	≤ - 12
Ritorno elastico a 25° C	%	-	≥ 70	≥ 80
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	Pa · s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,40
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3 ^(°)	≤ 3 ^(°)
Valori dopo RTFOT ^(*)				
Penetrazione residua a 25°C	%	≥ 50	≥ 40	≥ 40
Incremento del punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 8	≤ 5

NOTA: (°) entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di più di 5°C

NOTA: (*) Rolling Thin Film Oven Test

Le emulsioni bituminose possono essere impiegate come mano di attacco solo tra misto cementato e base, base-binder, binder e usure normali (per usure non aperte). Negli altri casi si usa bitume modificato hard.

Dovranno essere di composizione costante, perfettamente omogenee, e stabilizzate all'atto dell'impiego; dovranno contenere non meno del 50% in peso del materiale solubile in solfuro di carbonio e non essere fabbricate con bitumi duri flussati. L'emulsionante adoperato nella fabbricazione dovrà avere caratteristiche atte ad assicurare la perfetta rottura delle emulsioni stesse all'atto del loro impiego e tale da evitare che il bitume possa concentrarsi nei recipienti prima dell'uso. Le emulsioni che manifestassero nei recipienti tale fenomeno saranno senz'altro rifiutate.

Nel periodo invernale il Direttore dei Lavori potrà ordinare per l'esecuzione dei ripristini, l'uso di emulsioni aventi particolari caratteristiche di resistenza alle basse temperature senza che perciò l'Appaltatore abbia diritto a prezzi diversi da quelli previsti nell'allegato elenco.

Emulsioni bituminose (cationiche non modificate) per mano di attacco		Tipo	
Parametro	Unità di misura	Emulsioni a rapida rottura	Emulsioni a media velocità di rottura
Contenuto d'acqua	% in peso	≤ 40	≤ 45
Contenuto di bitume	% in peso	≥ 60	≥ 65
Grado di acidità	(pH)	2-5	2-5
Caratteristiche del bitume estratto			
Penetrazione a 25°C	dmm	50-120	100-150
Punto di rammollimento	°C	≥ 40	≥ 40
Punto di rottura (Fraass)	°C	≤ - 8	≤ - 8

I bitumi modificati per mani di attacco saranno usati alla base di usure drenanti ed anche come mano di attacco per i risanamenti superficiali sulle superfici ricavate dopo fresatura in ragione di 1,0 kg/mq (tolleranza. + 0,2 kg/mq).

Essi sono costituiti da un bitume a modifica Hard (HD) di cui alla tabella bitumi a caldo stesi a caldo con idonea rampa spruzzatrice. Il controllo delle quantità impiegate può essere effettuato valutando i consumi durante l'impiego.

Bitumi modificati per mani d'attacco		
Parametro	Unità di misura	Valori
Penetrazione a 25°C	dmm	50-70
Punto di rammollimento	°C	60-90
Punto di rottura (Fraass)	°C	≤ - 10
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	Pa · s	0,10-0,40

- GEOTESSILI NON TESSUTI

Costituiti da fibre 100% in poliestere o polipropilene di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), lavorate mediante processo di sola agugliatura, esente da collanti, appretti, impregnature o da trattamenti di termosaldatura o termocalandratura.

I geotessili saranno a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da mm 20 a mm 100.

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

Caratteristica	Normativa di riferimento	Valori minimi richiesti
Massa areica	UNI EN 965	300 g/m ² 400 g/m ²
Spessore nominale a 2 kPa	UNI EN 964-1	2.00 mm 2.50 mm
Resistenza media a trazione	EN ISO 10319	20 kN/m 30 kN/m
Resistenza a punzonamento statico	UNI EN ISO 12236	3.0 kN 4.0 kN/m

I geotessili nontessuti dovranno essere imputrescibili, resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, all'azione di microrganismi ed essere antinquinanti. Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego. Ogni rotolo fornito dovrà essere munito di opportuna protezione e dovrà essere dotato di una targhetta adesiva identificatrice del prodotto.

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

UNI EN ISO 12956 (2001)	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica.
UNI EN 963 (1997)	Geotessili e prodotti affini. Campionamento e preparazione dei provini.
UNI EN 964-1 (1997)	Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli.
UNI EN 965 (1997)	Geotessili e prodotti affini. Determinazione della massa areica.
EN ISO 10319 (1996)	Geotextile - Wide-width tensile test.
UNI ENV 1897 (1999)	Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle proprietà di viscosità a compressione (compressive creep).
UNI EN ISO 12236 (1999)	Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR).
UNI EN 918 (1999)	Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono).
UNI EN ISO 13427 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Simulazione del danneggiamento dovuto ad abrasione (prova del blocco scorrevole in moto alternato).
UNI EN ISO 12958 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della capacità drenante nel piano.
UNI EN ISO 11058 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico.
UNI ENV ISO 13438 (2000)	Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.
UNI EN 12225 (2001)	Geotessili e prodotti affini - Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento.
UNI EN 14030 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza ai liquidi acidi e alcalini.
UNI EN 13562 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza alla penetrazione da acqua (prova sotto pressione idrostatica).
UNI EN 12226 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità.

Art. 9 Manto o guaina di impermeabilizzazione

- MEMBRANA IMPERMEABILIZZANTE SINTETICA ELASTICA CONTINUA SPRUZZATA IN OPERA:

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliaminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura $T \geq 293^\circ \text{K}$ ed UR $65\% \pm 5\%$.

Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimicofisiche:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato): $1,15 \pm 0,05 \text{ kg/dm}^2$ (UNI 89-1970).
- Durezza superficiale: $90 \pm 5 \text{ Shore "A"}$ (UNI 4916-74).
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 Mpa (UNI 8202 par. 8°).
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI 8202 par. 8°).

- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI 8202 par. 10°).
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a $T = 253^{\circ} \text{K}$ (UNI 8202 par. 15°).

Adesione al supporto cementizio: minimo 3 Mpa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ($T \geq 180^{\circ} \text{C}$) in ragione di circa $0,8 \text{ kg/m}^2$ e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme Tecniche nell'Articolo dedicato alle pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

GUAINA BITUMINOSA PREFORMATA ARMATA:

Il primer di adesione alle superfici in conglomerato cementizio sarà costituito da soluzioni in opportuni solventi selettivi di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento (P. e A. $358-363^{\circ} \text{K}$); sarà additivato con miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo della evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra $350-500 \text{ g/m}^2$.

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a $0,2 \text{ MPa}$ misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di $1,27 \text{ mm/min}$ e temp. di $293^{\circ} \text{K} (\pm 5^{\circ} \text{K})$.

La viscosità del primer, misurata in "tazza" FORD 4 a 298°K , dovrà essere compresa tra 20 e 25 s (primer con 50 % di residuo secco).

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente. Il tempo di essiccazione a 20° con umidità relativa pari al 65% sarà pari a circa 3 ore.

La massa bituminosa della guaina sarà di tipo plastomerico o elasto-plastomerico.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito, da accertare con prove di qualificazione:

- punto di rammollimento P. e A.: $\geq 423^{\circ} \text{K}$;
- punto di rottura Frass: 258°K ;
- massa volumica del compound $< 1,00 \text{ kg/dm}^3$;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299°K): 20 - 30 dmm.

La non rispondenza a quanto sopra comporterà il rifiuto delle guaine.

L'armatura delle guaine sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche di seguito riportate, da accertare con prove di qualificazione.

Saranno ammesse anche guaine con armatura mista in geotessile non tessuto in poliestere e rete o velo in fibra di vetro (o altro materiale non putrescibile).

Dalle prove di qualificazione del tessuto non tessuto dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) $> 250 \text{ g/m}^2$
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639) $\geq 18 \text{ kN/m}$
- allungamento (UNI 8939) $> 60\%$
- lacerazione (UNI 8279/9) $\geq 0,5 \text{ kN}$
- punzonamento (UNI 8279/9) $\geq 3 \text{ kN}$
- inalterabilità all'azione anche prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa.

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati (con le tolleranze secondo UEAtc):

- massa areica (UNI 8202/7):
 - guaina di spessore non minore di 5 mm < 5,300 kg/m²
 - guaina di spessore non minore di 4 mm < 4,300 kg/m²
- comportamento a trazione (UNI 8202/8):
 - resistenza longitudinale ≥ 18 kN/m
 - resistenza trasversale ≥ 16 kN/m
 - allungamento a rottura ≥ 50 %
- resistenza alla lacerazione (UNI 8202/9, metodo B):
 - longitudinale 0,16 kN
 - trasversale 0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):
 - classe di resistenza/carico sopportato su sfera Φ 10 mm
 - su supporto rigido Ps4 > 25 kg
 - su supporto non rigido Ps4/ > 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) -20°
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa
- stabilità di forma a caldo (UNI 8202/18) ≥ 140 °C
- resistenza all'ozono (UNI 8202/28) nessuna screpolatura dopo la prova

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese del Appaltatore.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

Art. 10 Tubazioni

- MANUFATTI IN CALCESTRUZZO DI CEMENTO

Saranno confezionati con alti dosaggi di cemento e vibrati in modo da ottenere una massa volumica non inferiore a 2,4 Kg/dm³.

I cordonati per il contenimento dei marciapiedi avranno dimensioni di cm. 15 x 25 e lunghezza non inferiore a ml. 1,00.

Saranno rifiniti nelle facce a vista e con lo spigolo esterno smussato.

I pozzetti di raccolta delle acque meteoriche avranno dimensioni interne non inferiori a cm 40 x 40 x 40 ed avranno il foro di uscita per tubo del DN. 20 cm collocato a richiesta sia verso la strada che di lato. L'altezza dal fondo del pozzetto al tubo di scarico dovrà risultare comunque non inferiore a cm 20.

Dovranno presentare il diaframma con funzione di tenuta idraulica facilmente asportabile per la pulizia.

- NASTRO SEGNALE DELLA PRESENZA DI SOTTOSERVIZI:

Il nastro segnalatore di avvertimento della presenza dei sottoservizi dovrà essere strutturato a rete di alta resistenza, in

polipropilene (tipo Signal K 150 o similari), fornito in rotoli di colore azzurro (per acqua potabile), avente una larghezza di cm 50.

- FOGNATURE

Le condotte occorrenti per l'esecuzione delle reti fognarie qualunque sia la loro provenienza e tipo dovranno essere delle migliori qualità ed idonee all'impiego cui sono destinate.

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori i certificati di origine ed i verbali di collaudo compilati dai costruttori di tutte le condotte impiegate nella realizzazione del presente progetto.

- CALCESTRUZZO DI CEMENTO PREFABBRICATO

I tubi saranno confezionati con alti dosaggi di cemento pozzolanico o ferrico e vibrati onde ottenere una massa volumica di almeno 2,4 Kg/dm³. ed una resistenza alla rottura per compressione del calcestruzzo di almeno 250 Kgp/cm² dopo 28 giorni.

Dovranno risultare rettilinei, compatti, levigati, senza fessure e crepe e con sezione interna (circolare od ovoidale) che non presenti apprezzabili deformazioni in modo che in opera ogni condotta possa combaciare perfettamente con quella seguente.

I condotti sia circolari che ovoidali; termineranno con incastro perimetrale e presenteranno al fondo l'incavo per l'insediamento del fondello ove previsto dai disegni di progetto. I condotti dovranno resistere alle sollecitazioni trasmesse dai massimi carichi stradali anche se posati ad una profondità dal piano stradale non superiore a ml 0,50 (misurato dall'estradosso del manufatto).

La Direzione dei Lavori potrà pertanto richiedere calcoli di progetto e prove di verifica e che i condotti stessi siano dotati di armatura metallica.

E' richiesta per tali manufatti, come per i pozzetti di raccolta la prova d'assorbimento d'acqua sia su manufatti già posati in opera sia prelevati a piè d'opera, secondo le modalità seguenti:

si ricavano pezzi del manufatto con superficie minima di 3 dm² e si fanno essiccare in stufa a 105° per 8 ore lasciandoli poi raffreddare fino alla temperatura di 18° e in ambiente secco; dopo una prima pesatura si immergono per 30 minuti in acqua a temperatura ambiente e quindi si pesano.

L'assorbimento d'acqua ricavato per differenza di peso fra le due pesate non dovrà eccedere il 3% del peso secco.

I condotti prefabbricati potranno essere dei seguenti tipi:

Tubi di cemento vibrocompressi circolari ed ovoidali con giunzione a bicchiere e anello di tenuta.

1 – Tubi circolari: potranno essere con o senza base d'appoggio piana secondo i grafici di progetto. La lunghezza degli elementi dovrà essere pari a ml. 2,00 in caso con elementi con base d'appoggio.

2 – Tubi ovoidali: dovranno essere provvisti di base d'appoggio piana. La lunghezza degli elementi dovrà essere di ml. 2,00 fino alla sezione di cm 120 x 180 e di almeno di ml. 1,50 per le sezioni superiori.

Tubi di cemento vibrocompressi circolari con giunzione a bicchiere ed anello di tenuta in gomma.

Avranno base di appoggio piana e lunghezza di almeno ml. 2,00; saranno dotati di incastro a bicchiere ed anello di tenuta in neoprene incorporato nel giunto mediante apposita linguetta annegata nel getto. L'anello sarà protetto da un collare in polistirolo da levarsi al momento della giunzione tra le tubazioni previa applicazione sul maschio di apposito lubrificante.

Le tubazioni dovranno rispondere alle norme DIN 4032 e conformi ai requisiti previsti dalla IV classe di resistenza della normativa CTE/ICITE/CNR.

Trattamenti protettivi

I tubi in calcestruzzo ed i giunti, dovranno essere verniciati internamente a tutta sezione, con particolare attenzione alle parti che verranno a trovarsi a contatto con i liquami, mediante vernici a base epossidica o epossicatramosa aventi una composizione come risulta dalla seguente tabella, in cui sono riportate le percentuali minima e massima dei diversi componenti.

	EPOSSIDICHE		EPOSSICATRAMOSE	
	% min.	% max.	% min.	% max.
Pece di catrame			15	30
Resine	25	40	25	30
Solvente		15		25
Carica e pigmenti		55		25

Tutti i componenti dovranno essere di buona qualità.

In particolare la pece di catrame deve essere ricavata dalla distillazione del carbon fossile con caratteristiche tali da migliorare, o comunque non peggiorare, quelle chimiche e meccaniche del prodotto. Sulla composizione delle ceneri sono prescritti i seguenti limiti:

- Silicati min. 30%
- Carbonati max. 20%
- Solfati max 20%

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la certificazione che le verniciature impiegate risultano conformi alle norme UNI 4715.

- P.V.C.

a) Tubazioni

Le tubazioni, i raccordi ed i pezzi speciali, dovranno essere prodotti da aziende certificate ISO 9002. e saranno fabbricate con mescole a base di cloruro di polivinile, esenti da plastificanti ed opportunamente stabilizzate, dovranno rispettare dettagliatamente le norme UNI vigenti per tubazioni in P.V.C. adibite per lo scarico di acque civili ed industriali.

Le tubazioni saranno fornite in barre della lunghezza di 6,00 m o inferiore. I diametri esterni, gli spessori e le relative tolleranze dovranno essere conformi alle norme UNI EN 1401-1 SN8. (UNI 7447-75, tipo 303/1).

I bicchieri dovranno essere muniti di anello di elastomero secondo la prescrizione della Direzione Lavori.

Come caratteristiche più salienti i manufatti presenteranno perfetta tenuta idraulica dei giunti, saranno adibiti al trasporto di fluidi con temperatura massima non superiore a 40°C e dovranno avere notevole elasticità, resistenza meccanica, buona resistenza all'acetone e all'urto.

I tubi dovranno essere dotati di marcatura da cui si rilevi: il materiale, categoria e tipo, il diametro esterno D, il marchio di fabbrica, il periodo di produzione, la sigla I.I.P. indicante il "marchio di conformità" rilasciate dall'Istituto Italiano Plastici.

b) Raccordi e pezzi speciali

I raccordi e i pezzi speciali in P.V.C. dovranno rispondere alle caratteristiche contenute nelle norme UNI vigenti.

Il collegamento fra tubazioni in P.V.C. ed altri materiali avverrà unicamente per mezzo di pezzi speciali.

c) Allacciamenti

Le tubazioni in P.V.C. ed in gres da utilizzare per l'esecuzione degli allacciamenti fognari alle condotte stradali dovranno avere le stesse caratteristiche di quelle utilizzate per l'esecuzione delle reti di collettamento.

- ACCIAIO PER FOGNATURE:

a) Tubazioni

Tubi in acciaio elettrosaldati longitudinalmente ad induzione ad alta frequenza HFI in esecuzione secondo le Norme DN 2458/2460; qualità acciaio St 37,0 ovvero Fe 410 secondo UNI 6363/84; internamente rivestiti con malta cementizia d'altoforno centrifugata secondo le Norme DIN 2614/90, additivata con dispersione di prodotti sintetici tipo Acronal per uno spessore minimo parete di 8 mm.; esternamente rivestiti con polietilene di colore azzurro estruso a calza a triplo strato in conformità alle Norme DIN 30670 N-n e provvisti in aggiunta di un rivestimento esterno supplementare "FZM" di protezione e di appesantimento; realizzata in malta cementizia fasciata in tessuto a rete di polietilene, per uno spessore nominale di circa 9 mm, a protezione della condotta, compreso la fornitura di prodotti termorestringenti a protezione delle

zone di saldatura, nonché dei necessari kits di ripristino del rivestimento cementizio antiroccia in corrispondenza dei giunti e composto da apposita miscela cementizia additiva e da speciali casseforme in cartone impermeabilizzato di tipo biodegradabile a perdere in ragione di un Kit ogni tubo da 12 m; i tubi dovranno essere in esecuzione con estremità smussate per saldatura di testa, in barre da circa ml. (6-12); le estremità libere saranno protette da cappucci di plastica; i tubi saranno sottoposti a controlli non distruttivi ed a collaudi come da norme sopracitate e saranno corredati di certificati di collaudo secondo norme EN 10204/3.1.B.

La realizzazione del rivestimento esterno FZM ha luogo in accordo con il foglio di lavoro DVGW-GW 340 “Rivestimento esterno FZM per la protezione meccanica di tubi d'acciaio e relativi pezzi speciali rivestiti con poliolefine”.

La esecuzione normale, caratterizzata con la sigla FZM-N, serve esclusivamente per la protezione meccanica rispetto a danni causati da sollecitazioni di natura meccanica particolarmente elevate.

L'esecuzione speciale FZM-S viene utilizzata in presenza di particolari sollecitazioni di taglio, quali quelle che si presentano per esempio a fronte della posa con tecnologie spingitubo, ovvero senza scavi. Si debbono tuttavia escludere a tale riguardo procedimenti di posa del tipo ad urto, quali quello a percussione.

Le caratteristiche di natura meccanico-tecnologica del rivestimento esterno FZM sono di grande significato per quanto concerne l'aspetto di protezione meccanica. La resistenza alla compressione ed alla resistenza ad urto ottimali ai fini prescrizioni di natura meccanica per la protezione in fase di trasporto, di sfilamento e della successiva posa in opera. Per quanto concerne i tubi destinati alla posa con tecnologie senza scavo, risulta inoltre di particolare significato il valore di resistenza alle sollecitazioni di taglio.

Valori caratteristici minimi della resistenza meccanica e del rivestimento esterno FZM.

(a) Caratteristiche	(b) Valore limite
Resistenza alle sollecitazioni di urto	170 Nm
Resistenza alla compressione	40 N/mm ²
Resistenza agli sforzi di taglio	100 N/cm ²

Programma di fornitura e pesi aggiuntivi del rivestimento esterno FZM

Diametro nominale	Diametro esterno del tubo d'acciaio	Lunghezze verghe	Spessore di strato normale	Spessore minimo	Aumento di peso per l'esecuzione di spessore normale
DN	(mm)	(m)	(mm)	(mm)	(kg/m)
80	88,9	6	9	7	6,5
80	90,0 ¹⁾	6	9	7	7,0
100	108,0	6-12	9	7	7,7
100	114,3	6-12	9	7	8,1
100	117,5 ¹⁾	6-12	9	7	8,3
125	133,0	6-12	9	7	9,3
125	139,7	6-12	9	7	9,7
125	143,0 ¹⁾	6-12	9	7	9,9
150	159,0	6-14	9	7	10,9
150	168,3	6-14	9	7	11,5
200	219,1	6-16	9	7	14,7
250	244,5	6-16	9	7	16,3
250	273,0	6-17	9	7	18,1
300	323,9	6-17	9	7	21,1
350	355,6	6-17	9	7	23,3
400	406,4	6-17	9	7	26,5

Dimensione standard dei tubi Fuchs o similari con bicchiere di innesto.

Nel caso di tubi che debbono essere provvisti di un appesantimento per posa in acqua, contro la spinta di Archimede, sono possibili spessori di parete fino a 50 mm.

- CHIUSINI

I chiusini per l'accesso ai pozzetti d'ispezione di collettori ed allacciamenti, dovranno essere conformi alla norma UNI EN 124 e prodotti in stabilimenti della Comunità Europea certificati a norma EN 29002; avranno dimensioni del telaio di mm. 850x850, con lapide di accesso circolare o quadrata con movimentazione rispondente alle norme sulla "Sicurezza sul Lavoro", avente doppia sede tornita ed una luce netta rispettivamente del diametro o lato di mm. 600.

Saranno costruiti in ghisa sferoidale di prima qualità, conforme alla Norma UNI ISO 1083 e recheranno in rilievo sulla fusione la scritta "FOGNATURA" ed il simbolo societario, nonché il marchio del produttore ad attestare la conformità del prodotto alle norme suddette.

La verniciatura sarà ad immersione con soluzione bituminosa.

I chiusini in ghisa, siano essi a telaio scomponibile o monolitico, dovranno essere di tipo carrabile atti a resistere a carichi stradali della Classe D 400 (carico di rottura superiore a 40 t.).

Tali chiusini dovranno risultare perfettamente serrati nella sede della soletta di copertura con riporti di malta cementizia o addirittura prevederne il posizionamento prima del getto della soletta stessa, in modo che il telaio risulti parte integrante della stessa.

E' facoltà della Direzione Lavori prelevare per essere sottoposti a prova distruttiva di collaudo un numero minimo di chiusini pari ad uno sul totale costituente la fornitura.

L'Impresa non potrà avanzare domande di compenso per la fornitura di chiusini destinati alle prove, salvo il diritto di ritirare i rottami risultanti.

- Classificazione:

- a) Classe C 250 con carico di rottura superiore a 25 ton. I chiusini dovranno essere collocati prevalentemente su zone pedonali, marciapiede, cunette bordo strada e banchine in genere salvo quanto richiesto dalla D.L.
- b) Classe D 400 con carico di rottura superiore a 40 ton.. I chiusini dovranno essere collocati prevalentemente su strade con traffico veicolare in atto salvo quanto richiesto dalla D.L.

- GRIGLIE IN GHISA

Le griglie dovranno essere in ghisa sferoidale unificata di tipo GS 400-12 o GS 500-7 prodotta secondo le norme UNI ISO 1083 e NF A 32-201 con resistenza a rottura maggiore di 25 ton. ed altre caratteristiche secondo le norme UNI – EN – Classe C 250.

La marchiatura sarà d'obbligo, realizzata in fusione a rilievo sulla parte superiore nonché il marchio del Produttore ad attestare la conformità del prodotto alle norme suddette.

Le griglie sia a telaio quadrato delle dimensioni da cm. 20 x 20 a cm. 80 x 80 sia a telaio rettangolare delle dimensioni da cm. 35 x 60 a cm. 30 x 75 con superficie metallica antisdrucchiolo, saranno verniciate ad immersione con soluzione bituminosa e dovranno essere collocate prevalentemente in tutti i casi non elencati nelle lettere a) e b) precedenti salvo quanto richiesto dalla D.L.

- POZZETTI DI ISPEZIONE

A – In polietilene

I pozzetti di ispezione per fognatura in polietilene ad alta densità saranno costruiti secondo i criteri tecnici della normativa DSV 2205.

I pozzetti dovranno essere costruiti in aziende certificate con marchi CISQ, SQP, EQNET in conformità alle norme UNI EN 29000/ISO 9000 e UNI CEN EN 45012 con tubo spiralato conforme alle norme CEN TC 155 WG 13.

Il pozzetto dovrà essere costituito da un corpo cilindrico a parete piena del diametro interno DN 1200 con classe di rigidità nominale RS 0 = 4 KN/mq e RS 24 = 16 KN/mq.

Lo spessore delle pareti potrà variare in funzione dell'altezza di rinterro, mentre il fondo verrà costruito con una lastra in PE dello spessore di 10÷25 mm., saldata internamente ed esternamente. Sulle pareti del pozzetto verranno saldati i tronchetti

di innesto del diametro desiderato e forniti del sistema di giunzione previsto dal progetto.

Il pozzetto dovrà essere posto in opera su piastra di appoggio realizzata in cls. Rck 250 armata con rete elettrosaldata spessore minimo cm. 15 e dovrà essere dotato di piastra di ripartizione ed alloggiamento del chiusino di accesso al pozzetto realizzata in cls. Rck 250 armata con rete elettrosaldata spessore minimo cm. 20.

Per pozzetti con altezza superiore a m. 2,00 dovranno essere previsti elementi di elevazione realizzati in polietilene ad alta densità spiralato avente le stesse caratteristiche degli elementi di base. Il rinfianco dei pozzetti di norma sarà realizzato con materiale arido o misto granulometrico.

Per pozzetti con altezza superiore a 3,50 m. potrà essere prevista la messa in opera, nella parte superiore, di anelli di rialzo realizzati in cls. eseguiti secondo le norme DIN completi di elementi di testa con sede di alloggiamento per il chiusino.

Per tali pozzetti andrà previsto un rinfianco in misto cementato fino all'altezza di 1,50 m. ed in materiale arido o misto granulometrico per la parte rimanente.

L'Appaltatore dovrà fornire alla D.L., prima della fornitura ed installazione, la documentazione atta a dimostrare che la rigidità nominale SN dichiarata è effettivamente raggiunta dal pozzetto proposto e dovrà fornire i calcoli di verifica di stabilità dei manufatti.

B – In calcestruzzo di cemento

b1) gettati in opera

I pozzetti di ispezione della fognatura con struttura in c.a. dovranno essere realizzati con calcestruzzo di cemento atto a garantire un Rck minimo di 250kgp/cm², salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

Avranno dimensioni interne minime di 60 x 60 cm e spessore pari a 25 cm. e comunque quali risultano dai disegni di progetto e dalle eventuali indicazioni della D.L.

Saranno costruiti nelle posizioni indicate negli elaborati di progetto, salvo diversa disposizione della D.L.

Tali manufatti dovranno presentare lo stesso grado di tenuta idraulica previsto per le fognature, essendo inseriti nelle tratte di prova. In ogni caso è prescritto l'uso di giunti di ripresa Waterstop in materiale plastico o in lamierino di ferro, ad ogni ripresa di getto.

Per il getto dei pozzetti si dovrà far uso esclusivo di cassetta metallica con la prescrizione che per le pareti interne si dovranno usare esclusivamente disarmanti di natura chimica.

Si da possibilità all'Impresa di prefabbricare le solette di copertura in cantiere e posizionarle successivamente sul pozzetto già eseguito.

b2) prefabbricati

In questo caso dovrà essere interposta malta cementizia tra la soletta prefabbricata e la base su cui viene poggiata.

In ogni caso si dovrà predisporre un'armatura di ancoraggio del telaio di chiusura al pozzetto o alla soletta, costituita da ferri di diametro 8 mm. da collegarsi con staffe del diametro 8 mm. a rigiro intorno al telaio del chiusino.

In alternativa i pozzetti di ispezione potranno essere realizzati mediante elementi prefabbricati in c.a.v., in tal caso l'Impresa dovrà sottoporre alla D.L. il progetto costruttivo e le caratteristiche dei manufatti prefabbricati che intende utilizzare nonché le garanzie di tenuta idraulica dell'intero manufatto.

Tali pozzetti di ispezione saranno comunque dotati di fondo sagomato con mezzo tubo e attacchi per giunzione delle tubazioni a monte e valle.

Dovrà essere in ogni caso garantita la tenuta idraulica delle eventuali giunzioni al pari della condotta di fognatura e dei pozzetti gettati in opera.

Qualora, nel corso delle prove di tenuta dei tratti di fognatura, si manifestassero perdite attraverso tali giunzioni fra elementi prefabbricati, l'Impresa sarà obbligata a sigillare tutte le giunzioni con malta espansiva o idonei prodotti secondo le indicazioni che saranno impartite dalla D.L.

Trattamenti protettivi

Per i pozzetti di ispezione, potrà essere richiesta la verniciatura di quelle parti che verranno a trovarsi a contatto con i liquami, mediante vernici a base epossidica o epossicatramosa aventi una composizione come risulta dalla seguente

tabella, in cui sono riportate le percentuali minima e massima dei diversi componenti.

	EPOSSIDICHE		EPOSSICATRAMOSE	
	% min.	% max.	% min.	% max.
Pece di catrame			15	30
Resine	25	40	25	30
Solvente		15		25
Carica e pigmenti		55		25

Tutti i componenti dovranno essere di buona qualità.

In particolare la pece di catrame deve essere ricavata dalla distillazione del carbon fossile con caratteristiche tali da migliorare, o comunque non peggiorare, quelle chimiche e meccaniche del prodotto. Sulla composizione delle ceneri sono prescritti i seguenti limiti:

- ✓ Silicati min. 30%
- ✓ Carbonati max. 20%
- ✓ Solfati max 20%

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la certificazione che le verniciature impiegate risultano conformi alle norme UNI 4715.

NORME PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI

Art. 11 Tracciamenti

Sarà cura e dovere dell'Impresa, prima di iniziare i lavori, procurarsi tutti i dati costruttivi, le misure e gli ordini particolari inerenti, ed in base a tali informazioni completare il tracciamento a mezzo di picchetti, sagome e modine, ecc.. sottoponendolo alla Direzione dei Lavori per il controllo; soltanto dopo l'assenso di questa potrà darsi inizio alle opere relative.

L'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla dimensione delle opere, alla inclinazione delle scarpate, ecc... A suo tempo l'Impresa dovrà pure installare, le modine necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e ripristinando quelle manomesse durante la esecuzione dei lavori.

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

Quantunque i tracciamenti siano verificati dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore resterà responsabile dell'esattezza dei medesimi, e quindi sarà obbligata a demolire e rifare a sue spese quelle opere che non risultassero eseguite conformemente ai disegni di progetto ed alle prescrizioni inerenti.

Saranno a carico dell'Impresa tutte le spese per rilievi, tracciamenti, verifiche e misurazioni, per i cippi di cemento ed in pietra, per materiali e mezzi d'opera, ed inoltre per il personale ed i mezzi di trasporto occorrenti, dall'inizio delle consegne fino al collaudo compiuto.

Prima di dare inizio ai lavori oggetto del presente appalto, l'Impresa appaltatrice deve altresì procedere a sua cura e spese alla posa di capisaldi, oltre quelli eventualmente già fissati, e procedere inoltre al loro collegamento con la rete topografica esistente. I singoli punti del tracciato di tutte le opere dovranno essere fissati chiaramente sul terreno ed essere facilmente rintracciabili.

I capisaldi fondamentali dovranno essere collocati con speciale cura in zone di rispetto di sicura ed assoluta stabilità in quanto essi serviranno ai necessari riscontri in fase di costruzione delle opere e successivamente saranno utilizzati per il controllo della stabilità delle opere stesse anche a lavori ultimati.

Per il controllo dei detti capisaldi e di altri che la Direzione dei Lavori dovesse prescrivere, nonché per il controllo delle poligonali e triangolazioni di rilievo, l'Impresa dovrà procedere a ripetute operazioni ed a livellazioni di precisione. Tali elementi di rilievo ed i tracciati delle opere saranno verificati dalla Direzione dei Lavori, pur restando all'Impresa la responsabilità della loro esattezza.

Per le operazioni di verifica che la Direzione dei Lavori riterrà opportuno l'Impresa sarà obbligata a mettere a disposizione i necessari strumenti topografici di precisione, materiali e personale, senza corrispettivo di alcun compenso.

Dovrà curare inoltre che il funzionamento del cantiere non intralci in alcun modo lo svolgimento delle operazioni suddette.

L'Appaltatore è inoltre responsabile della esatta conservazione in sito dei capisaldi e punti di tracciato restando obbligato al ripristino, a totale suo carico, nel caso di qualsiasi spostamento od asportazione degli elementi che li individuano; essa sarà poi responsabile di qualsiasi conseguenza che possa comunque derivare da manomissione di detti capisaldi e da qualsiasi negligenza nella osservanza degli obblighi sopra specificati.

Art. 12 Conservazione della circolazione - sgomberi e ripristini

L'Impresa, nell'esecuzione delle opere, dovrà assicurare la circolazione pedonale e veicolare sulle strade interessate dai lavori secondo quanto previsto nel piano di sicurezza allegato al progetto ed aggiornato sulla base delle indicazioni del coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione.

Essa provvederà pertanto a tutte le necessarie opere provvisorie (passarelle, recinzioni ecc.), all'apposizione di tutta la segnaletica per l'eventuale deviazione del traffico ed alla sua sorveglianza, secondo quanto imposto da norme di Legge e/o in ottemperanza di disposizioni delle Autorità competenti.

In ogni caso, a cura e spese dell'Appaltatore, dovranno essere mantenuti gli accessi a tutti gli ingressi privati, ovvero tacitati gli aventi diritto, nonché provveduto alla corretta manutenzione ed all'ininterrotto esercizio dei cavi, delle condutture

e dei sottoservizi di qualsiasi genere interessate dai lavori.

Gli scavi saranno effettuati anche per tronchi successivi e con interruzioni, allo scopo di rispettare le prescrizioni precedenti.

L'Impresa è tenuta a mantenere, a rinterri avvenuti, il piano carreggiato atto al transito dei pedoni e dei mezzi meccanici, provvedendo a tal fine allo sgombero di ciottoli ed alla rimessa in opera di materiale idoneo allo scopo.

Ultimate le opere, l'Impresa dovrà rimuovere tutti gli impianti di cantiere e sgomberare tutte le aree occupate, rimettendo tutto in pristino stato, in modo che nessun pregiudizio o alterazione derivino in dipendenza dei lavori eseguiti.

Dovrà inoltre provvedere in genere alla continua manutenzione del piano stradale in corrispondenza degli scavi, in modo che il traffico si svolga senza difficoltà e pericolosità.

L'Impresa è tenuta a sue cure e spese a richiedere i permessi occorrenti per l'occupazione di aree pubbliche alle Autorità competenti.

Il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione ed il Direttore dei lavori, per quanto di competenza, dovranno controllare l'avvenuto sgombero dell'area di cantiere al termine dei lavori avendo cura di verificare l'avvenuta corretta gestione dei rifiuti prodotti durante l'esecuzione dei lavori richiedendo copia del formulario identificativo del rifiuto "copia della prima pagina del formulario" (materiale in partenza) e "copia della quarta pagina del formulario" (pagina che deve essere vidimata dall'impianto autorizzato per lo smaltimento finale), o relativa copia della scheda SISTRI.

Art. 13 Bonifica da Ordigni Esplosivi

Con riferimento all'Elenco Prezzi, restano compensati tutti gli oneri che l'Appaltatore venga a dover sopportare per i necessari lavori di sminamento e bonifica da ordigni esplosivi dei terreni interessati alle opere di appalto e che potranno comprendere il preventivo disboscamento e la bonifica.

E' a carico dell'Appaltatore la richiesta dell'autorizzazione ad eseguire la bonifica presso il competente ufficio del Genio Militare.

Nell'esecuzione di tali lavori di bonifica l'Appaltatore sarà tenuto all'osservanza di tutte le norme, modalità e prescrizioni in materia di mine ed esplosivi, rastrellamento proiettili, maneggio, trasporto, conservazione di esplosivi in genere ed alle disposizioni che possono essere impartite dal competente ufficio del Genio Militare in corsi lavori. Al termine delle operazioni di Bonifica l'Appaltatore dovrà comunque rilasciare il certificato di avvenuta bonifica.

La condotta dei lavori di bonifica sarà eseguita a completo rischio e pericolo dell'Appaltatore, che ne assume ogni responsabilità dichiarandone indenni la D.L., l'Amministrazione appaltante e la Direzione del Genio Militare.

Con l'accettazione dell'Elenco Prezzi si intende compresa anche ogni soggezione generale e particolare, gli oneri connessi a dare allo sviluppo dei lavori ritmo vincolato a quello delle operazioni di bonifica, le conseguenti limitazioni nell'impiego dei mezzi meccanici, i lavori in alveo compresi le opere di deviazione del corso d'acqua etc.

A tal fine, l'Amministrazione appaltante avrà anche la facoltà di richiedere, al termine dell'opera di bonifica, il collaudo dei lavori stessi secondo le norme vigenti, restando inteso che ogni onere e spesa relativa resta a completo carico dell'Appaltatore, in quanto i relativi oneri e compensi sono compresi e compensati con i prezzi in elenco, e non potrà quindi avanzare alcuna richiesta di compensi o indennità di sorta né potrà richiedere a tale titolo alcuna proroga al termine di ultimazione lavori oltre il periodo specificato nel presente Capitolato.

Sono compresi nell'attività di bonifica gli eventuali scavi che dovessero essere eseguiti sia direttamente per lo scorporamento di ordigni bellici, sia per lavori da compiere su terreni bonificati e sospetti di ritenere ordigni in profondità.

Detti scavi dovranno essere effettuati con sistemi e mezzi che non possano mai pregiudicare l'incolumità di chicchessia, e condotti in modo da raggiungere le profondità necessarie per la identificazione delle mine od ordigni con le seguenti modalità:

- avanzando a strati non superiori alla sicura provata ricettività dell'apparato in luogo, esplorando il fondo di ogni strato, prima del successivo scavo, con apparato rivelatore di profondità e provvedendo alle eventuali bonifiche, questa esplorazione e bonifica dovrà essere fatta anche sul fondo definitivo dello scavo;
- rimuovendo dallo scavo ogni materiale compreso ceppi, radici, massi, murature, oggetti, ecc.;
- dando alle pareti degli scavi l'inclinazione necessaria per impedire scoscendimenti o franamenti e per consentire il lavoro

del rastrellatore e l'efficace impiego degli apparati;

- aggotando eventualmente l'acqua che si infiltrasse negli scavi;
- sostenendo, all'occorrenza, con saltuaria sbadacchiatura le pareti degli scavi (eventuali scavi armati saranno considerati a parte, precisando a questo riguardo che è scavo armato solo quello che per la natura delle materie escavate o per infiltrazione d'acqua, richiede un'armatura completa per tutta la sua estensione e profondità;
- rinterrando e sistemando sommariamente le terre eccedenti e i materiali escavati nelle immediate adiacenze fino a m 20 di distanza dal perimetro esterno degli scavi.

Art. 14 Tagli di vegetazione ed alberature

Salvo diversa indicazione della D.L. andrà rimossa dalla sponda interna tutta la vegetazione raggiunta dalle acque ordinarie. Il taglio della vegetazione al di sopra delle acque ordinarie dovrà essere eseguito selettivamente mantenendo quella alberatura che verrà preventivamente individuata dalla D.L. In zone di particolare pregio e ove in presenza di vincolo paesaggistico di cui al D.Lgs 42/2004 l'Impresa è tenuta a prendere contatti continui con gli enti interessati.

Il taglio di vegetazione potrà essere eseguito con mezzo meccanico per l'abbattimento di alberature fino ad un diametro di 10 cm. misurato ad un metro da terra e per ramaglie fino ad un diametro di 5 cm., senza danneggiare quelle alberature lasciate per lo sterzo e con l'utilizzo di motoseghe a mano o montate su mezzi meccanici per tutte le alberature con diametro superiore a 10 cm misurato ad un metro da terra.

Il taglio di vegetazione con mezzo meccanico dovrà essere eseguito per quanto è possibile, dal ciglio di sponda e solo dove l'operazione risulta impossibile per profondità delle scarpe o per assenza della continuità della fascia di rispetto prevista dal R.D. 523/1904 entrando con il mezzo in alveo.

Ove dopo il passaggio del mezzo meccanico risultassero non perfettamente recise rasenti al suolo l'Impresa è tenuta a ripassare i tagli con motoseghe a mano.

Tutti i residui dei tagli dovranno essere tempestivamente allontanati dalla zona allagabile e comunque tutta l'area soggetta al taglio dovrà essere ripulita da tutti i residui del taglio stesso.

I tagli e le rimozioni dei residui dovranno avvenire con le stesse modalità e limitazioni del punto precedente.

Sulle isole detritiche in genere salvo diversa indicazione della D.L., anche per ulteriori tagli si dovrà comunque procedere al taglio con asportazione dell'apparato radicale per tutte quelle essenze di diametro maggiore di 5 cm. ed altezze maggiori di mt. 2,00. I tagli e la rimozione dei residui dovranno avvenire con le stesse modalità e limitazioni del punto precedente.

Tutto il legname recuperato dal taglio, ricadente in area demaniale compreso quello avente valore commerciale rimarrà di proprietà dell'Impresa avendo tenuto conto nella formulazione del prezzo relativi vantaggi economici. L'Impresa è tenuta a prendere contatti con i proprietari frontisti al fine di definire le pertinenze demaniali di concerto con la D.L., rimanendo unica responsabile per i tagli di piante fuori dal limite demaniale.

Si precisa che il limite demaniale, ove non catastalmente rilevabile coincide con la linea raggiunta dalle acque di piena ordinaria.

I lavori di abbattimento, estirpamento o scalzamento delle piante devono essere condotti in modo da evitare ogni danno agli elementi da conservare, e ogni inversione o miscuglio dei differenti strati di terreno. Se necessario, gli strati devono essere ripristinati nel loro ordine naturale. Mano a mano che procedono i lavori taglio, tutti i materiali di risulta e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il luogo più in ordine possibile ed evitare incendi e qualsiasi danno a cose o persone che per un improvviso abbandono delle materie tagliate e trasportate dalla piena e qualsiasi altro evento naturale dovesse derivare alla committenza o a terzi per tutta l'asta del Fiume fino al mare.

Qualora, durante le operazioni di taglio di vegetazione, l'impresa dovesse rinvenire rifiuti di qualsiasi natura e tipo situati nelle sponde, negli argini ed alvei dei torrenti e corsi d'acqua oggetto d'intervento, che ai sensi dell'art. 184, comma 2, lettera d del D.lgs 152/2006, sono classificati come urbani, l'impresa dovrà tempestivamente avvertire il Direttore dei lavori il quale richiederà, per il loro smaltimento, l'intervento del Comune, nel territorio del quale, sono stati rinvenuti i rifiuti.

I materiali vegetali provenienti dai tagli sopra detti non rientrano nel campo di applicazione della normativa sui rifiuti, come previsto dall'art. 185, comma 1, lettera f del D. lgs 152/2006, se utilizzati in agricoltura, nella selvicoltura o per la produzione di energia. Pertanto, per la movimentazione di tale materiale dal cantiere al sito di destinazione non viene

attivata la procedura SISTRI.

Alla fine dei lavori, tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti. La vegetazione dannosa tagliata dovrà essere subito rimossa.

Art. 15 Demolizioni e rimozioni

Nelle demolizioni e rimozioni l'Appaltatore deve adottare tutte le precauzioni necessarie per salvaguardare le opere circostanti.

Qualora, per mancanza delle necessarie precauzioni, venissero oltrepassati i limiti delle demolizioni prescritte, le parti indebitamente distrutte dovranno essere ricostruite e rimesse in pristino a cura e spese dell'Appaltatore.

Art. 16 Movimenti di terra

Nei movimenti di terra dovranno essere adottate tutte le cautele necessarie a prevenire scoscendimenti e smottamenti, restando l'Impresa esclusiva responsabile degli eventuali danni, e tenuta a provvedere, a proprie spese, alle rimozioni della materie franate ed al ripristino delle sezioni correnti.

Gli scavi ed i trasporti saranno eseguiti con mezzi adeguati e con sufficiente mano d'opera.

Si avrà cura di assicurare in ogni caso il regolare smaltimento e il deflusso delle acque.

L'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, alla verifica di stabilità dei rilevati, delle trincee, degli scavi delle scarpate ed alle indagini e prove geotecniche all'uopo necessarie.

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe, parcheggi e simili, saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto.

In particolare si prescrive:

a) Scavi - Nella esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano la inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria alla stabilità o prescritta con ordine di servizio della Direzione dei Lavori allo scopo di impedire scoscendimenti, restando l'Impresa, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, obbligata a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie eventualmente franate.

L'Impresa dovrà eseguire i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completati a piena sezione in ciascun tratto iniziato.

Inoltre, l'Impresa dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque anche, se occorre, con canali fucatori.

Le materie provenienti dagli scavi, non utilizzabili e non ritenute idonee, per riempimenti o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto in discariche autorizzate.

Le località per depositi a rifiuto eventualmente autorizzate dalla D.L. all'interno della Proprietà dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danno ai lavori, od alle proprietà pubbliche e private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche e private.

La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Impresa, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

b) Rinterri - Le trincee aperte saranno ricolmate a cura dell'Impresa con materiali provenienti esclusivamente da cave di prestito e comunque procurati dalla stessa, purché idonei restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelli che con l'assorbimento di acqua si rammoliscono e si gonfiano, generando cedimenti e spinte.

Il rinterro di un dato tronco dovrà essere iniziato, nel caso trattasi di tubazione, adoperando per il primo strato, fino ad una altezza di ricoprimento di 30 cm sulla generatrice superiore del tubo, materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di ciottoli, pietre e scapoli di roccia di dimensioni maggiori di 5 cm.

Il riempimento successivo, anche nel caso di fognatura, da eseguirsi appena ultimato e pestonato il primo strato anzidetto sarà eseguito anch'esso per strati successivi di altezza non maggiore di 25 cm, regolarmente spianati e bagnati ed accuratamente compattati fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli

assestamenti che potranno aversi successivamente.

Ferma restando la piena e completa responsabilità dell'Impresa per la buona riuscita di tutte le opere appaltate, l'Impresa dovrà adottare tutte le necessarie cautele per evitare danni alla stabilità delle condotte, sia durante la costruzione delle medesime, sia durante e dopo le prescritte opere sino al collaudo.

Dovrà avere cura di impedire mediante opportune arginature e deviazioni, che i cavi ove sono posti i tubi siano invasi dalle acque piovane o di qualsiasi natura e dovrà parimenti evitare con parziali rinterri eseguiti a tempo debito, che verificandosi, nonostante ogni precauzione, l'inondazione dei cavi, le condotte, trovandosi chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque. Si eseguiranno a preferenza durante la buona stagione i tratti di condotta attraversanti zone soggette ad inondazioni.

Resta in sostanza stabilito che qualora per effetto di false manovre e/o perchè l'Impresa abbia mancato di adottare le cautele necessarie, si verificassero danni alle condutture, questi, qualunque ne possa essere l'entità, saranno ad esclusivo carico dell'Impresa.

c) Movimenti di terra in prossimità di torrenti e fossi - Tali opere dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte in ottemperanza alle disposizioni di legge e a quanto disposto dalle Autorità che hanno la tutela dei corsi d'acqua.

In particolare, dovranno essere messi in opera tutti gli accorgimenti per evitare che le opere stesse arrechino pericolo agli argini e ai manufatti esistenti, anche in considerazione delle condizioni climatiche presenti.

In particolare non dovranno essere lasciati scavi aperti, né sponde degli alvei nude, oltre il tempo tecnicamente necessario per il completamento dei lavori e la messa in opera delle protezioni. Nessun compenso aggiuntivo è previsto se per ottemperare a tale prescrizione l'Impresa sarà costretta a cambiare l'ordinario orario di lavoro giornaliero o settimanale.

L'Impresa è tenuta a predisporre a sue cure e spese le richieste di autorizzazione delle opere da parte delle Autorità competenti e al rispetto delle prescrizioni imposte da queste, segnalando preventivamente ogni lavoro.

d) Riempimenti – I riempimenti ed i rilevati dei parcheggi dovranno essere eseguiti secondo le indicazioni di progetto e con tutte le cautele necessarie. Resta a carico e responsabilità dell'Impresa ogni onere relativo ad indagini e campagne geologiche-geotecniche sulle terre e l'eventuale approvvigionamento dei materiali necessari da cave di prestito, qualora il materiale proveniente dagli scavi non fosse ritenuto idoneo ai riempimenti.

Art. 17 Scavi a sezione aperta di sbancamento

Per scavi di sbancamento o tagli a sezione aperta, si intendono gli scavi praticati al di sopra del piano orizzontale, passante per il punto più depresso del terreno naturale o per il punto più depresso delle trincee o splateamenti, precedentemente eseguiti ed aperti almeno da un lato.

Quando l'intero scavo debba risultare aperto su di un lato (caso di un canale fugatore) e non venga ordinato lo scavo a tratti, il punto più depresso è quello terminale.

Appartengono alla categoria degli scavi di sbancamento così generalmente definiti tutti i cosiddetti scavi di splateamento e quelli per allargamento di trincee, tagli di scarpate di rilevati per costruirvi opere di sostegno, scavi per incassatura di opere d'arte eseguiti superiormente al piano orizzontale determinato come sopra, considerandosi come piano naturale anche l'alveo dei torrenti e dei fiumi.

Art. 18 Scavi di fondazione a sezione obbligata

Per scavi di fondazione a sezione obbligata si intendono quelli ricadenti al di sotto del piano orizzontale, di cui all'articolo precedente, chiuso fra le pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni delle opere d'arte.

Le profondità che si trovano indicate nei disegni di consegna potranno variare nella misura più conveniente, senza che ciò possa dare all'Impresa motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali compensi.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano all'esecuzione di strutture prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate, potranno essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

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

Questi potranno però, ove speciali leggi e le Norme di corretta esecuzione tecnica non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata.

L'Impresa dovrà provvedere, a sue cure e spese, al successivo riempimento con materiale adatto del vuoto rimasto intorno alle strutture di fondazione dell'opera, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Analogamente l'Impresa dovrà procedere, senza ulteriore compenso, a riempire i vuoti che restassero attorno alle strutture stesse, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali, in conseguenza della esecuzione delle strutture con riseghe in fondazione.

Per aumentare la superficie di appoggio, per il tratto terminale di fondazione e per una altezza sino ad un metro, lo scavo sarà opportunamente allargato mediante scampanatura, restando fermo quanto sopra è detto, circa l'obbligo dell'Impresa, ove occorra, di armare convenientemente durante i lavori la parete verticale sovrastante.

Qualora gli scavi si debbano eseguire in presenza di acqua, l'Impresa dovrà provvedere all'esaurimento dell'acqua stessa coi mezzi che saranno ritenuti più opportuni.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, spesa ed iniziativa, alle suddette armature, puntellature e sbadacchiature, nelle quantità e tipologia che per la qualità delle materie da escavare siano richieste, adottando anche tutte le altre precauzioni che fossero ulteriormente riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo, e per garantire la sicurezza delle cose e delle persone, gli venissero impartite dal Coordinatore per la sicurezza. Il legname impiegato a tale scopo, sempreché non si tratti di armature che formano parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà della Committenza, resterà di proprietà dell'Impresa, che potrà perciò recuperarlo ad opera compiuta. Nessun compenso spetta all'Impresa se, per qualsiasi ragione, tale recupero possa risultare soltanto parziale, od anche totalmente nullo.

L'Impresa sarà tenuta ad evitare il recapito entro i cavi di fondazione di acque provenienti dall'esterno. Nel caso che ciò si verificasse resterebbe a suo totale carico la spesa per i necessari aggotamenti.

Art. 19 Scavi a sezione ampia obbligata per imposta di opere d'arte, per la formazione e/o il risezionamento di canali esistenti

Per scavi a sezione ampia obbligata si intendono sia quelli ricadenti al di sotto del piano stradale o di campagna, e relativi all'imposta di opere d'arte in genere, con pareti a scarpata tale da assicurare la stabilità dello scavo stesso, sia quelli realizzati per movimentare ampie quantità di terreno per la formazione di nuovi canali che per il risezionamento di canali esistenti.

Il prezzo in elenco comprende l'esecuzione dei suddetti lavori di scavo che dovranno essere conseguiti, previa eliminazione di qualsiasi tipo ed entità di vegetazione, sia palustre sia arborea, incluse ceppaie, tramite idonei mezzi meccanici opportunamente equipaggiati con benna a grande profilo e/o trapezoidale, entrambe a lama liscia, e ciò per consentire una perfetta profilatura sia del fondo che delle sponde del canale, fosso o scolina.

Le materie di risulta da detti scavi, qualora ritenute idonee dalla Direzione dei Lavori, verranno impiegate per il tombamento dei relitti di canali, per rilevati e rinterri in genere. L'onere relativo alla costruzione del deposito provvisorio, in aree pubbliche o private è a totale carico dell'Impresa e compensato con i relativi prezzi in elenco.

L'Impresa dovrà provvedere, a propria cura e spese, oltre a tutti gli oneri sopra menzionati, all'esaurimento delle acque di qualsiasi provenienza ed entità, esistenti o formatesi nei cavi durante le lavorazioni, alla regolarizzazione e profilatura delle sezioni di scavo, attuate per qualsiasi superficie ed ampiezza.

Detti scavi, qualunque sia la natura del terreno, dovranno essere spinti fino alla profondità indicata nei disegni di progetto e particolare cura sarà prestata alla sagomatura delle sponde dello scavo ed alla regolarizzazione del fondo.

Le opere d'arte verranno, di norma, realizzate con scavi aventi parete a scarpata ed i disegni indicanti la scarpata da assegnare a detti scavi devono essere preventivamente approvati dalla D.L. .

L'Amministrazione Appaltante si riserva comunque piena facoltà di variare le profondità degli scavi nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni o domande di speciali

compensi, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito coi prezzi contrattuali.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di iniziare la costruzione di ciascuna opera d'arte prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali.

Il piano di posa dei rilevati dovrà essere approvato previa ispezione e controllo da parte della Direzione dei Lavori, che potrà richiedere ulteriori scavi di sbancamento per bonifica, per rimuovere eventuali strati di materiali non idonei e rimaneggiati o rammolliti per negligenza.

Laddove una maggiorazione di scavo sarà da imputarsi ad errori topografici, alla necessità di asportare quei materiali rimaneggiati o rammolliti per negligenza o a bonifiche non preventivamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa non sarà compensata, né per il maggiore scavo, né per la maggiore quantità di materiale da rilevato che ne consegue.

Art. 20 Rilevato per argini, rinterri ad opere d'arte, tombamenti di canali e riconformazione delle sponde dei canali

a) Caratteristiche e requisiti della terra per argini

Dovranno essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A6 e A7-6 della classificazione CNR UNI 10006.

Il materiale posto in opera dovrà avere valori del peso in volume allo stato secco pari al 95% del peso di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor Standard con tolleranza di +/- 1%; la corrispondente umidità dovrà avere i valori compresi fra +/- 2% dell'umidità ottimale ottenuta nella suddetta prova di compattazione.

Definita anche la percentuale di umidità della terra posta in opera, questa deve essere mantenuta costante con una tolleranza di +/- 1%.

Inoltre, il coefficiente di permeabilità della terra impiegata per la costruzione di rilevati arginali dovrà risultare inferiore a 10^{-8} m/s. Non saranno assolutamente ammesse per le costruzioni arginali le sabbie, le ghiaie ed i pietrischi data la loro permeabilità, e quelle materie provenienti dal lavaggio e/o dalla frantumazione di inerti o dalla lavorazione di marmi. La terra da impiegare dovrà essere priva di ceppaie, radici, pietre detriti, e dovrà essere del tutto esente da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo.

b) Provenienza della terra per argini

I terreni per la formazione dell'argine dovranno provenire preferibilmente dalle aree di scavo della medesima opera o di altre opere di Masterplan.

Dalle prove effettuate in fase di progetto per poter riutilizzare il materiale di scavo di cui sopra ed ottenere i valori minimi di resistenza accertati nelle verifiche di stabilità dei rilevati risulta necessario miscelare le due tipologie di terreno (A7-6 ed A6).

La miscelazione effettuata in fase di progetto nelle percentuali indicate in tabella ha evidenziato la seguente composizione di riferimento per il progetto:

	Campioni miscelati e percentuale		Limiti di Atterberg			Granulometria AGI			LL-30	Classificazione HRB AASHTO
			LL	LP	IP	Ghiaia	Sabbia	Limo Argilla		
			%	%	%	%	%	%		
Miscel a	N. PG319C1 Classe A7-6 60%	N. PG317C2 Classe A6 40%	39.8	23.9	15.9	3.7	10.4	85.9	9.8	A6

I parametri geotecnici di resistenza della miscela scelta in quanto rappresentativa sono i seguenti:

	Permeabilit	Taglio diretto
--	-------------	----------------

			à		
	Campioni miscelati e percentuale		K	c'	φ
			m/s	kPa	°
Miscel a	PG319C1 -60%	PG317C2 -40%	2.177E-10	8.2	28.0

Le verifiche di stabilità condotte sui rilevati arginali di progetto hanno evidenziato l'idoneità del materiale per gran parte dell'opera. Per i rilevati ove il materiale di cantiere non è idoneo sarà necessario provvedere alla sua correzione merceologica con materiale approvvigionato dall'esterno.

Prima di avviare la coltivazione delle aree di prelievo e previa approvazione della DL dovranno essere asportate le eventuali coltri vegetali, sostanze organiche, rifiuti, ecc. e rimossi tutti quegli agenti che possono provocare la contaminazione della terra stessa.

Risultando inoltre che le terre di scavo disponibili non coprono l'intero fabbisogno, l'Impresa dovrà anche in questo caso ricorrere all'approvvigionamento dall'esterno.

L'Impresa è tenuta a porre in opera il materiale di scavo che soddisfa alle specifiche, ricorrendo a cave solo per quanto non reperibile in situ, in coerenza con quanto indicato dal Piano di Utilizzo delle Terre in regime di sottoprodotto e dal Piano di Utilizzo in situ delle terre di scavo ai sensi dell'art. 185, c.1, lett. c) del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.

I requisiti minimi di resistenza richiesti nel caso di approvvigionamento dall'esterno risultano i seguenti:

		Argini
Classificazione ai sensi AASHTO (CNR-UNI 10006)		A-6, A-7
Indice di plasticità		<15
K permeabilità [m/s]	<	1.00E-08
φ' angolo di attrito a lungo termine	>	25
c' coesione a lungo termine [kPa]	>	15
Cu coesione a breve termine [kPa]	>	50

c) Miscelazione dei terreni.

La miscelazione delle terre risulta necessaria per ottenere il materiale A6 definito nel progetto o in alternativa per correggere il materiale prodotto dagli scavi di progetto con altro materiale proveniente dall'esterno.

La definizione della miscela avverrà in apposita area di prova situata in prossimità delle aree di lavorazione, così come indicato dagli elaborati tecnici di cantierizzazione e dai Piani di gestione delle terre.

I materiali saranno predisposti in cumuli separati aventi le diverse caratteristiche geotecniche, da cui saranno prelevati per essere stesi in strati alternati fino allo spessore finito non superiore a 35cm e non inferiore a 10cm con le percentuali stabilite.

Gli strati dovranno essere mescolati meccanicamente con mezzi idonei (ripper, frese) che consentano di amalgamare in maniera adeguata gli strati fino a ottenere una miscela uniforme. Successivamente alla costipazione la miscela non deve presentare segregazione dei suoi componenti.

L'impresa dovrà procedere laddove necessario, anche alla correzione della curva granulometrica in modo da avere una percentuale di sabbia pari ad almeno 15%. La miscelazione avverrà, anche in questo caso, in corrispondenza delle medesime aree di prova e con la medesima procedura operativa sopra descritta.

Al termine delle operazioni di miscelazione saranno eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica estesa (setacci+sedimentazione);
- classificazione CNR UNI 10006.

Per verificare il raggiungimento da parte della miscela delle caratteristiche geotecniche minime richieste per la costruzione

del rilevato arginale, indicate al punto b) del presente articolo.

Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato. Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante una prova sperimentale di campo.

Le modalità di miscelazione testate nel campo prova saranno oggetto di sperimentazione e accertamento con prove di laboratorio, fino alla definizione della più performante e adeguata procedura operativa. Una volta conclusa la fase di sperimentazione e identificata in dettaglio detta procedura operativa, le operazioni potranno successivamente essere eseguite direttamente nella zona di costruzione dell'argine, in applicazione delle modalità procedurali identificate o in campo base previa approvazione della DL.

d) Formazione del rilevato arginale

Prima dell'inizio dei lavori di costruzione del rilevato l'Impresa dovrà aver eseguito diligentemente il tracciamento e la picchettatura dell'opera. L'Impresa dovrà realizzare l'argine attenendosi alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale di Appalto ed ordinate dal Direttore dei Lavori volta per volta.

Il progetto prevede la costruzione di banchine (utilizzabili come piste di manutenzione) al piede del rilevato arginale. Nel caso il rilevato presenti dislivello (H) fra la sommità e il piano campagna superiore a 5 m, la quota della banchina dovrà limitare l'altezza del paramento (H) non superiore a 5 m.

La fondazione del rilevato arginale dovrà avere uno spessore minimo di 0,5 m.

e) Attività di controllo

Durante l'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori procederà, a cura e spese della Stazione Appaltante, ad effettuare 1 prova di misura del grado di addensamento (prova di densità in situ) ogni 2500 m³ di rilevato arginale messo in opera, che saranno affidate a ditta specializzata e certificata ai sensi del D.M. 14/01/2008 (paragrafo 6.2.2). Variazioni a tale numero potranno essere disposte dalla DL in corso d'opera.

In corso d'opera la DL, o il Collaudatore, potrà richiedere altresì, a suo insindacabile giudizio, con preavviso di un giorno, l'esecuzione di ulteriori prove a carico dell'Impresa per la verifica della densità in sito del terreno costipato sul rilevato. Tali prove saranno eseguite da ditta specializzata e certificata ai sensi del D.M. 14/01/2008 che rilascerà i certificati della prova eseguita entro 2 giorni naturali e consecutivi dalla data di prelievo del materiale.

La prova consiste nel prelievo di una quantità di terreno dal rilevato già costipato, la misura in sito del volume del materiale prelevato mediante volumometro a sabbia e la determinazione del peso naturale e del peso secco del terreno in laboratorio. Sullo stesso materiale prelevato verrà eseguita la prova Proctor standard. La densità secca in sito dovrà essere maggiore o uguale rispetto al 95% della densità secca determinata con la prova Proctor standard.

Nel caso in cui la densità in sito risultasse inferiore al 95% del maximum ottenuto con la prova Proctor Standard, l'Impresa dovrà provvedere a sue spese a rimuovere e costipare nuovamente lo strato di riferimento per una lunghezza di almeno 150 m a cavallo della prova, provvedendo successivamente a proprie spese a ripetere la verifica del grado di addensamento come sopra descritta. Il costo delle prove di addensamento previste dalla Stazione Appaltante e risultate non rispondenti ai requisiti richiesti saranno imputati all'Impresa e scalati dai relativi SAL.

Qualora richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori l'Impresa dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera.

f) Preparazione del piano di posa dell'argine.

L'Impresa dovrà realizzare l'argine con le seguenti operazioni:

- 1) Taglio di rovi, arbusti, piante, alberi ed estirpazione completa delle relative ceppaie e radici, allontanamento a

discarica del materiale di risulta.

- 2) Scotico della superficie di appoggio del nuovo rilevato arginale, onde togliere la coltre vegetale per lo spessore necessario e comunque non inferiore a 20 cm e successivo stoccaggio all'interno dell'area di cantiere per poter poi essere riutilizzato nell'ambito dei rinterri per la formazione dei rivestimenti delle arginature di nuova costruzione.
- 3) Scavo di immorsamento del nuovo rilevato nello strato di terreno relativamente più resistente, compreso rimozione di trovanti di qualsiasi genere e dimensione, ciottoli, pietrame, materie vegetali, ecc. e riempimento delle buche createsi con terra limosa argillosa adeguatamente compattata.
- 4) Compattazione del piano di posa dell'argine, eseguita mediante ripetuti passaggi di rulli compattatori semoventi a segmenti o trainati a piede di capra, comunque idonei alla natura del terreno da compattare, fino a raggiungere la densità in sito almeno pari al 95% della massa volumica massima determinata con la prova di compattazione AASHTO Standard eseguita su campioni di tale terreno.

L'Impresa provvederà a rendere il piano di posa dei rilevati il più possibile regolare, privo di bruschi avvallamenti e tale da evitare il ristagno di acque piovane. Il piano di posa dei rilevati, prima dell'inizio della loro costruzione, dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori, che potrà richiedere ulteriori scavi di bonifica per rimuovere eventuali strati di terreno non idonei. Il materiale proveniente dallo scavo di preparazione del piano di posa dell'argine potrà, se ritenuto idoneo dalla Direzione dei Lavori per essere reimpiegato per gli ulteriori lavori da eseguire sarà depositato in aree occupate temporaneamente a cura e spese dell'Appaltatore. I materiali di risulta che non dovranno essere reimpiegati saranno prontamente portati a discarica.

g) Costruzione del rilevato arginale.

Completata la preparazione del piano di posa, come sopra indicato, e dopo che la Direzione dei Lavori ne abbia verificato la corretta esecuzione, l'Impresa procederà alla costruzione del nuovo rilevato secondo le seguenti operazioni:

- Applicazione sul terreno di picchetti di legno, dotati di sagoma, al fine di determinare sul posto le unghie ed i cigli di tutte le sezioni trasversali dell'argine previste in progetto.
- Immorsamento del nuovo rilevato in costruzione con il terreno e l'eventuale argine esistente, eseguito sia sulle superfici di appoggio inclinate che su quelle orizzontali. Nel primo caso l'immorsamento verrà seguito mediante la creazione di gradoni aventi una profondità fino a cm 80 ed una altezza fino a cm 100 circa ed una inclinazione del piano del gradone nel senso inverso al declivio del terreno. Nel caso di superfici orizzontali (piano di posa, sommità dell'argine, ecc...), l'immorsamento sarà garantito mediante la creazione di solchi posti ad un interasse fino a 3.00 m circa ed aventi dimensioni minime di cm 80 di larghezza per cm 60 circa di profondità.
- Stesa della terra idonea alla costruzione dell'argine ed accettata dalla Direzione dei Lavori, a strati di spessore costante non superiori a 30 cm, curando l'immorsamento con lo strato già compatto mediante l'ercpicatura e la creazione di solchi prima della stesa dello strato successivo.
- Compattazione di ogni strato di terra steso, eseguita mediante ripetuti passaggi di rulli compattatori semoventi a segmenti, oppure trainati a piede di capra, comunque idonei alla natura del terreno da compattare, fino a raggiungere una densità in sito almeno pari al 95% della massa volumica massima determinata con la prova di compattazione AASHTO Standard eseguita su campioni di tale terreno.
- Profilatura delle scarpate e della sommità del rilevato secondo la sagoma e le pendenze di progetto.
- Inerbimento del rilevato arginale mediante semina di idoneo miscuglio di semi, scelte in base alle caratteristiche chimico-granulometriche del terreno ed alle condizioni ambientali del luogo.

h) Prescrizioni ulteriori sulla costruzione dell'argine.

La terra da impiegare nella costruzione di argini dovrà provenire da cave oppure dal recupero del materiale di risulta di scavi, tagli e riprofilature di rilevati arginali esistenti; in entrambi i casi la terra dovrà sempre essere stata ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, la terra dovrà essere priva di ceppaie, radici, pietre, detriti, e dovrà essere del tutto esente da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo.

L'Impresa dovrà impiegare nella costruzione dell'argine esclusivamente quella terra accettata dalla Direzione dei Lavori e possedente i requisiti richiesti. L'Appaltatore dovrà consegnare al Direttore dei Lavori, per ogni mezzo di trasporto in arrivo sul cantiere, la bolla di provenienza del materiale effettuata presso la cava. Il campione di 5 mc di terra, depositato in cantiere prima dell'inizio dei lavori ed accettato dalla Direzione dei Lavori, sarà utilizzato per la verifica immediata della terra fornita dall'Appaltatore. Saranno rifiutate tutte le terre che si presentano difformi dal campione depositato sul cantiere, ed aventi caratteristiche diverse dei certificati delle prove di laboratorio eseguiti preliminarmente per l'accettazione.

L'Impresa dovrà, a totale sue spese, allontanare immediatamente dal cantiere tutte le terre non accettate dal Direttore dei Lavori, anche se queste sono già state posate in rilevato, rimanendo a totale suo carico e spese anche la demolizione di quanto già eseguito con tali terre. La terra, per la costruzione dei rilevati, dovrà essere sminuzzata e qualora si presentasse in panconi o zolle eccessivamente grosse, queste dovranno essere ridotte mediante la benna dell'escavatore o con vanghe ed apposite mazze, in piccoli pezzi della grossezza massima di una noce.

Il contenuto d'acqua della terra da posare in rilevato dovrà essere prossimo (circa $\pm 2\%$) a quello ottimo determinato mediante la prova di compattazione AASHTO Standard. Se tale contenuto dovesse risultare superiore, la terra dovrà essere essiccata per aerazione, se inferiore l'aumento sarà conseguito per umidificazione.

La costruzione dell'argine in presenza di gelo o di piogge persistente non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione dei Lavori. L'Impresa non potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque ne sia la causa, senza prima avergli dato una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque piovane.

Nella ripresa del lavoro il rilevato già eseguito dovrà essere espurgato dalle erbe e cespugli che vi fossero nati, nonché configurato a gradino, praticandovi anche dei solchi per garantire il collegamento del nuovo strato.

L'Impresa dovrà consegnare i rilevati con le scarpate regolari, ben compattate, spianate e con la pendenza di progetto. Anche le sommità dell'argine e delle banche dovranno avere la pendenza prevista in progetto al fine di agevolare lo sgrondo delle acque piovane. È obbligo dell'Impresa, escluso qualsiasi ulteriore compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento dei materiali costituenti affinché, al momento del collaudo, i rilevati stessi abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.

Qualora il materiale di costruzione approvvigionato presenti scostamenti non significativi dai valori di riferimento di progetto, l'Impresa potrà proporre l'accettazione subordinandola all'insindacabile approvazione della Direzione Lavori previa la ripetizione delle verifiche di stabilità previste nel progetto.

i) Prescrizioni sui mezzi d'opera.

Il tipo e le caratteristiche dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

L'Impresa sarà libera di adottare tutti quei mezzi d'opera che riterrà più opportuno, purché dalla Direzione dei Lavori siano riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per i rilevati esistenti oppure per la buona riuscita ed il regolare andamento dei lavori.

Allorché, in corso d'opera, tali mezzi d'opera e/o le modalità di compattazione della terra risultassero praticamente difettosi e/o comunque non rispondenti alle esigenze dei lavori, l'Appaltatore dovrà ampliarli, modificarli e dove occorra anche cambiarli totalmente, e ciò a totali sue spese, senza che egli possa né invocare, a scampo di responsabilità, l'approvazione data e le modifiche suggerite dal Direttore dei Lavori, né pretendere compensi o indennità oltre i prezzi stabiliti in contratto.

Il trasporto lungo l'argine delle terre dovrà avvenire mediante mezzi meccanici adatti alla natura del terreno in loco e adeguati alle caratteristiche di compressibilità del terreno di fondazione.

In particolare, il peso a pieno carico dei mezzi di trasporto dovrà essere tale da non essere pregiudizievole alla stabilità dei rilevati in costruzione.

L'Impresa dovrà, dunque, attrezzarsi al meglio in quanto non saranno accettate formazioni di piste, anche provvisorie, sui rilevati arginali, oppure quant'altro necessario per favorire l'utilizzo di mezzi che hanno impiego esclusivamente stradale.

Così dicasi anche per i mezzi d'opera necessari per gli scavi e la compattazione della terra, i quali dovranno essere adatti rispettivamente all'impiego su terreni paludosi, poco consistenti, ed alla compattazione di terre limose argillose impiegate per la formazione dell'argine.

A lavori ultimati, l'Impresa, a totale sue spese e carico, dovrà ripristinare lo stato dei luoghi interessati al transito dei mezzi di trasporto e d'opera, colmando i solchi, le buche ed il calo del terreno provocato dai mezzi con terra dello stesso genere di quella presente.

j) Prove di controllo costruzione argini

L'Impresa è obbligata in ogni momento a prestarsi alle prove di controllo della qualità e della posa in opera della terra impiegata nella costruzione degli argini, previste nel presente Capitolato o prescritte a insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori.

Rimane inteso che il Direttore dei Lavori potrà richiedere l'esecuzione anche separatamente di alcune delle prove di controllo elencate nel presente articolo, ogni qualvolta lo riterrà opportuno, e ciò su campioni prelevati direttamente sia in cantiere che in cava per accertare eventuali difformità.

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

Ante posa in opera

<ul style="list-style-type: none"> • Prova di permeabilità • Prova ELL a) Prova taglio diretto CD b) Peso di volume c) Peso di volume saturo d) Prova Edometrica 	<ul style="list-style-type: none"> 1 campione ogni 5000 mc 1 campione ogni 10000 mc
<ul style="list-style-type: none"> e) Limiti di Atterberg f) Analisi granulometrica g) Classificazione materiale CNR - UNI 10006 	<ul style="list-style-type: none"> 1 campione ogni 2500 mc 1 campione ogni 2500 mc 1 campione ogni 2500 mc

Costruzione e Post posa in opera

<ul style="list-style-type: none"> • Prova di permeabilità • Analisi granulometrica • Classificazione materiale CNR - UNI 10006 	<ul style="list-style-type: none"> 1 campione ogni 5000 mc 1 campione ogni 5000 mc 1 campione ogni 5000 mc
<ul style="list-style-type: none"> h) Densità secca (Densità in situ) i) Prova scissometrica j) Prova Proctor Standard AASHTO T-99 	<ul style="list-style-type: none"> 1 campione ogni 2500 mc 1 campione ogni 2500 mc 1 campione ogni 2500 mc o ogni 2000 mq per la verifica del piano di posa

k) Seminagioni

Prima dell'inizio delle operazioni di inerbimento dei rilevati l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei Lavori il piano di intervento redatto da un agronomo abilitato alla professione, nel quale dovranno essere indicati:

- analisi chimico - granulometrica e vegetazionale del terreno;
- il miscuglio di sementi più adatto per quel tipo di terreno;
- i coadiuvanti più idonei (concimi, collanti, ecc.);
- le qualità di applicare e le modalità di esecuzione del lavoro;
- gli interventi di adacquamento necessari.

L'Impresa dovrà fornire, insieme alla documentazione prescritta, i certificati E.N.S.E. del miscuglio di sementi scelto dall'agronomo. L'Impresa dovrà eseguire il lavoro secondo le prescrizioni dell'agronomo, pianificando ed armonizzando l'intervento stesso con l'andamento stagionale, i cicli biologici delle specie botaniche impiegate e con le altre operazioni da

eseguire all'interno e nell'intorno dell'area da inerbire. La semina dell'argine dovrà essere eseguita a tempo e modo opportuni. L'Impresa rimarrà comunque l'unica e sola responsabile di fronte all'Amministrazione Appaltante della riuscita del lavoro, e, quindi, dovrà riseminare, a totale sue spese, le parti ove l'erba non avesse germogliato.

Quando la seminazione si dovesse fare contemporaneamente alla formazione delle scarpate, si spargerà la semente prima che lo strato superiore di terra vegetale abbia raggiunto la prescritta altezza. Nei casi in cui il terreno fosse già consolidato, si farà passare un rastrello a punte di ferro sulle scarpate parallelamente al ciglio e vi si spargerà quindi la semente, procurando di coprirlo bene all'atto dello spianamento della terra. L'Impresa dovrà riseminare a sue spese le parti ove l'erba non avesse germogliato. Nei tratti in cui sia previsto l'inerbimento con talee legnose, questo dovrà essere realizzato previa stesura di una geostuoia per il rivestimento ed il consolidamento di scarpate e sponde fluviali costituita da intreccio di fibre naturali di iuta in trama ed ordito, totalmente biodegradabili. Le talee (diametro minimo 3 cm, lunghezza minima 80 cm) saranno di specie ad alta capacità vegetativa, messe a dimora in numero non inferiore a 5 al mq, nel verso di crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto al piano di scarpata.

l) tombamenti di canali esistenti

I tombamenti di canali esistenti, la esecuzione di rinterri a tergo di opere d'arte, la formazione sia di rinterri in genere che di rilevati per argini e/o delle sponde dei canali, saranno attuati mediante il reimpiego delle materie derivanti dagli scavi, se ritenute idonee dalla Direzione dei Lavori e, qualora necessario, mediante l'impiego di terre provenienti da cave all'uopo reperite, a cura e spese dell'Impresa.

Per i rinterri di canalizzazioni esistenti l'Impresa avrà cura di preparare il piano di rinterro eseguendo l'espurgo e l'allontanamento delle materie sedimentate sul fondo e lo scotico superficiale delle sponde allo scopo di allontanare le materie vegetali presenti sulla superficie del rinterro.

Tali opere preliminari al rinterro, da effettuarsi compattando il materiale con le modalità descritte nel seguito, si intendono compensate nei prezzi di elenco per cui nulla è dovuto all'Impresa per tali lavorazioni.

Il piano d'imposta dovrà essere accuratamente preparato adottando idonei interventi atti ad assicurare l'immorsamento delle terre.

Il numero delle prove dovrà essere di almeno una ogni m³ 2500 di materiale messo in opera e potrà essere modificato su indicazione della Direzione dei Lavori in presenza di variazioni macroscopiche delle caratteristiche dei materiali impiegati tutte le prove comprese le eventuali prove supplementari restano a carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà sagomare gli argini, le scarpate ed i rinterri secondo le sezioni geometriche del progetto, senza pretesa di alcun compenso supplementare e con maggiori dimensioni per tenere conto dell'assestamento delle materie, affinché le sponde e la sommità abbiano, all'atto del collaudo, le giuste sagome e le quote prescritte dal progetto.

Particolare cura dovrà essere adottata nelle fasi attinenti la formazione del piano di sommità del coronamento dell'argine e della profilatura delle scarpate.

Il materiale terroso qualora non presenti caratteristiche geotecniche adeguate potrà essere modificato con l'aggiunta di materiali idonei approvvigionati da cava in maniera da garantire le prestazioni richieste. L'impresa dovrà presentare le analisi granulometriche del terreno approvvigionato da cava e successivamente la verifica dei parametri geotecnici ottenuti.

Art. 21 Distendimento delle materie di risulta dagli scavi

Le terre di risulta dallo scotico in genere, qualora non riutilizzabile totalmente per l'inerbimento delle scarpate, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, od eccedenti, rispetto alla quantità occorrente per rilevati, dovranno essere allontanate a discarica.

Il distendimento del materiale su superfici piane dovrà essere effettuato in conformità all'uso agricolo dei terreni e quindi salvaguardando i piani e gli scoli. Al termine delle lavorazioni lo strato superficiale sarà opportunamente fresato.

Art. 22 Rifiuti, terre e rocce da scavo e trasporto delle terre di risulta dagli scavi

Sono a carico e a cura dell'Appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa ambientale, compreso l'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico dei rifiuti, indipendentemente dal numero dei dipendenti e dalla tipologia dei rifiuti prodotti.

E' altresì a carico e a cura dell'Appaltatore il trattamento delle terre e rocce da scavo (TRS) e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui terre e rocce da scavo:

- a) siano considerate rifiuti speciali ai sensi dell'articolo 184 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i.;
- b) siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. e di quanto ulteriormente disposto dall'articolo 20, comma 10-sexies della legge 19 gennaio 2009, n. 2 e s.m.i.

Sono infine a carico e cura dell'Appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute.

Le terre di risulta dagli scavi, che devono essere reimpiegate nell'ambito dei lavori in particolare per la formazione di rilevati arginali, rinterri alle opere d'arte, tombamento di canali, dovranno essere prelevate, caricate su autocarro, trasportate nell'ambito dell'area di cantiere e scaricate secondo le indicazioni impartite dalla D. L.

Nella movimentazione delle materie l'Impresa avrà Cura di adottare le massime cautele in ordine alla sicurezza sia per quanto concerne il transito sulle viabilità pubblica e privata sia per l'esecuzione dei lavori stessi.

Art. 23 Scogliere in massi ciclopici per sistemazioni di difese radenti

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere debbono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente non alterabile alla azione dell'acqua, non presentare piani di sfaldamento o crinature da gelo.

Per la realizzazione della scogliera i massi saranno forniti a cura e spese dell'Impresa; i vuoti verranno intasati con materiali lapidei di pezzatura più piccola. Questo ultimo sarà in ragione generalmente non superiore al 15% del peso complessivo della scogliera stessa.

L'Appaltatore dovrà impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie.

La scogliera di difesa radente verrà posta in opera previa la realizzazione dello scavo d'imposta da realizzarsi secondo le dimensioni e con le pendenze di progetto. Successivamente si procederà alla posa in opera della scogliera.

Le scogliere saranno formate incastrando con ogni diligenza i massi del peso minimo compreso tra 0,5 e 1 t. gli uni con gli altri, in modo da costituire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite in progetto o indicate dalla D.L.; i vuoti verranno intasati con materiali lapidei di pezzatura più piccola. Questo ultimo sarà in ragione generalmente non superiore al 15% del peso complessivo della scogliera stessa.

Successivamente alla realizzazione della scogliera si procederà al parziale rinterro della stessa utilizzando parte delle materie di risulta dallo scavo d'imposta delle stesse.

Per il rivestimento di scarpate con scogliera si seguiranno le modalità sopra descritte. Lo spessore del rivestimento non dovrà essere in ogni caso inferiore a 0.8 m. e seguirà il naturale declivio della scarpata da proteggere.

Nei tratti ove previsto, i massi dovranno essere intasati con conglomerato cementizio di classe Rck 250 avendo cura, per la formazione del paramento faccia a vista, di arretrare l'intasamento in calcestruzzo di circa 5 cm rispetto al piano del paramento stesso.

Nel caso di scogliera debolmente cementata l'uso del calcestruzzo sarà limitato alla sola base di appoggio dei massi.

Art. 24 Trasporto a discarica di materiali eterogenei

Le materie non oggetto di reimpiego all'interno del cantiere e delle quali è previsto l'allontanamento verranno portate a discarica a cura e spese dell'Impresa.

La localizzazione di tali discariche dovrà essere preventivamente indicata e comunicata per scritto alla Direzione dei Lavori.

Gli oneri per l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni al trasporto ai sensi delle vigenti normative e sulla base dei

contenuti del D.Lgs n° 152 del 03.04.2006 e relativi decreti di

Art. 25 Aggottamenti

Gli aggottamenti di cantiere, a totale cura dell'Impresa, verranno eseguiti mediante apposite motopompe in numero sufficiente a garantire lo smaltimento delle acque, sia meteoriche che reflue, che possano interferire con la esecuzione dei lavori".

L'Impresa avrà cura di realizzare apposite protezioni in corrispondenza degli scarichi delle motopompe stesse in modo da prevenire eventuali fenomeni erosivi sulle sponde o sugli argini dei canali recettori.

Per gli aggottamenti del fondo degli scavi e di tutte le altre lavorazioni previste nel presente progetto non verrà riconosciuto alcun onere in quanto gli oneri per tali aggottamenti sono già compensati nei relativi prezzi di elenco.

Art. 26 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, con la sola esclusione della formazione di argini e riempimento dei vuoti tra le pareti dei cavi e delle pareti in c.a. e delle murature, per i quali si rimanda all'apposito articolo, si impiegheranno in genere e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatti, a giudizio della Direzione Lavori.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti mediante la fornitura degli stessi da idonee cave di prestito, nelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza e sempre dietro esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Non saranno autorizzate comunque aperture di cave di prestito fintanto che non siano state esaurite, nei vari tratti di rilevato, tutte le disponibilità di materiali utili provenienti dagli scavi. L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di rilevati con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste.

Il terreno costituente la base sulla quale si dovranno impiantare i rilevati che formeranno il corpo stradale, od opere consimili, indipendentemente da quanto specificato al punto successivo per i rilevati compattati, dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, scoticato per uno spessore di 20 cm. Inoltre la base di detti rilevati, se cadente sulla scarpata di altro rilevato esistente o su terreno a declivio trasversale con pendenza superiore al 15%, dovrà essere preparata a gradoni alti non meno di 30 cm, con il fondo in contropendenza.

La terra da trasportare nei rilevati dovrà essere previamente espurgata e quindi disposta in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 30 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di formare rilevati con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà comunque essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche fossero tali, a giudizio della Direzione Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori.

Negli oneri relativi alla formazione dei rilevati è incluso, oltre quello relativo alla profilatura delle scarpate, delle banchine, dei cigli ed alla costruzione degli arginelli, se previsti, anche quello relativo alla formazione del cassonetto che pertanto, nei tratti in rilevato, verrà escluso dalla contabilità degli scavi.

Per il rivestimento delle scarpate si dovranno impiegare terre vegetali ricche di humus, provenienti o dagli scavi con esclusione dello strato superficiale, per spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm.

Per tutte le determinazioni, controlli e verifiche previste nel presente articolo, L'Appaltatore è tenuto ad approntare un laboratorio di cantiere con le necessarie attrezzature di prelievo e di prova. Inoltre la Direzione Lavori avrà la facoltà di fare eseguire, a cura e spese dello stesso Appaltatore e presso un Laboratorio qualificato, tutte le indagini atte a stabilire la caratterizzazione dei terreni, ai fini delle possibilità e modalità di impiego, ed i controlli dei risultati raggiunti.

Formazione dei piani di posa

I piani di posa di detti rilevati avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od

opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno data dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. I piani saranno di norma stabiliti alla quota di 30 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un maggiore approfondimento. Raggiunta la quota prescritta, si procederà ai seguenti controlli:

- determinazione del peso specifico apparente del secco (densità del secco) del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio con prova di costipamento AASHO modificata;
- determinazione dell'umidità in sito nel caso di presenza di terre tipo A1, A2-4, A2-5, A3 (terre ghiaiose e sabbiose);
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

Eseguite le determinazioni sopra specificate si passerà quindi alle seguenti operazioni:

- a) Se il piano di posa del rilevato è costituito da terre ghiaiose o sabbiose (gruppi A1, A2-4, A2-5, A3) la relativa preparazione consisterà nella compattazione dello strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a 30 cm, in modo da raggiungere una densità del secco pari almeno al 90% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, governando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere quello ottimale (prima di eseguire il compattamento);
- b) Se il piano di posa è costituito invece da terre limose od argillose (gruppi A2-6, A2-7) potrà richiedersi dalla Direzione Lavori la stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro terreno idoneo, per una altezza che dovrà essere indicata caso per caso e costipando fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 90% del massimo ottenuto con la prova AASHO modificata, ovvero potrà richiedersi l'approfondimento degli scavi e la sostituzione dei materiali in loco con i materiali per la formazione dei rilevati (gruppi A1, A2-4, A2-5, A3) e per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico. Tale ultima determinazione dovrà in ogni caso avvenire in presenza di terreni torbosi (gruppo A8). Per rilevati di altezza inferiore a 30 cm, se il piano di posa è costituito da terre argillose (gruppi A6 - A7) si procederà come in precedenza interponendo però uno strato di sabbia di schermo, di spessore non inferiore a 10 cm, onde evitare rifluimenti.

Nel 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 formazione di gradoni di altezza non inferiore a 30 cm previa rimozione della cotica erbosa (che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato). Il materiale risultante dallo scavo dei gradoni al di sotto della cotica sarà accantonato, se idoneo, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione "Md", determinato con piastra da 16 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo compreso tra 0,5 e 1,5 kgf/cm², non dovrà essere inferiore a 150 kgf/cm² (1500 N/cm²).

Formazione dei rilevati

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti dagli scavi ed appartenenti ad uno dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 della classifica CNR-UNI. L'ultimo strato del rilevato, sottostante il piano di cassonetto, dovrà essere costituito, per uno spessore non inferiore a 30 cm costipato (e salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori), da terre dei gruppi A1 - A2-4 - A2-5 provenienti dagli scavi o da apposite cave di prestito.

Per il materiale proveniente da scavi ed appartenente ai gruppi A2-6, A2-7 si esaminerà di volta in volta l'opportunità ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e per tratti completi di rilevato stradale, oppure per rilevati di aree a verde oppure portarlo a discarica.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere posto in opera a strati successivi, di spessore uniforme (non eccedente i 30 cm), con la pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque meteoriche (nel limite del 3% massimo). Ogni strato dovrà essere compattato fino ad ottenere in sito una densità del secco non inferiore al 90% di quella massima determinata in laboratorio con la prova AASHO modificata. Negli ultimi due strati verso la superficie, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, con la compattazione si dovrà raggiungere una densità del secco non inferiore al 95% della densità massima determinata come sopra; inoltre per l'ultimo strato, che costituirà il piano di posa

della fondazione stradale, dovrà ottenersi un modulo di compressione M_d , misurato in condizioni di umidità prossimi a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 kgf/cm², non inferiore a 400 kgf/cm².

Ogni strato sarà compattato 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 diminuito del 5%. L'Appaltatore dovrà curare la scelta dei mezzi di costipamento nella forma più idonea per il raggiungimento delle densità prescritte, servendosi di norma:

- a) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 (terre ghiaio-sabbiose): mezzi a carico dinamico - sinusoidale od a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale;
- b) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1 - A2-4 - A2-5 (terre limo-argillose): mezzi a rulli e punte e carrelli pigiatori gommati, eccezionalmente vibratorii.

Qualora nel materiale di formazione del rilevato fossero incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme di ciascuno strato e avere dimensioni non superiori a 10 cm se incluse in quello superficiale (per uno spessore di 2,00 m sotto il piano di posa della fondazione stradale). Resta dunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra 7,1 e 30 cm non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale pezzatura dovrà essere assortita; non sarà assolutamente ammesso materiale con pezzatura superiore a 30 cm.

Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodo di gelo o su terreno gelato. Non si potrà comunque sospendere la costruzione di un rilevato, qualunque fosse la causa, senza che lo stesso abbia ricevuto una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque pluviali e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

Nel caso della formazione del rilevato posto tra le due opere scatolari di attraversamento autostradale dovrà essere garantita la sua perfetta compattazione, a tal fine la DL predisporrà in accordo con la Direzione IV Tronco Autostradale le necessarie misure di controllo.

Art. 27 Rilevati in terra armata

Le strutture in terra armata a paramento rinverdito sono strutture a "sandwich" costituite dall'alternanza di strati di terreno compattato con elementi piani in materiale plastico resistenti a trazione (geogriglie). Il paramento esterno di suddette strutture si presenta in genere molto acclive con inclinazioni compresa tra 50° e 70° rispetto all'orizzontale e risulta opportunamente rinverdito con idonee essenze naturali.

Per la formazione di strutture in terra rinforzata si impiegheranno in genere per il riempimento fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti sul lavoro, in quanto disponibili ed adatti, a giudizio della Direzione Lavori. Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti mediante la fornitura degli stessi da opportune ed idonee cave di prestito, nelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza e sempre dietro esplicita autorizzazione della Direzione Lavori. Non saranno autorizzate comunque forniture di materiale da cave di prestito fintanto che non siano state esaurite, nei vari tratti, tutte le disponibilità di materiali utili provenienti dagli scavi. L'Appaltatore pertanto non potrà pretendere sovrapprezzi (né prezzi diversi da quelli stabiliti in Elenco per la formazione di strutture con materie provenienti da scavi), qualora, pur nella disponibilità degli stessi, esso ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, o per diverso impiego del materiale di scavo, di ricorrere anche nei suddetti tratti a cave di prestito non previste.

Il terreno impiegato per il riempimento dovrà essere previamente espurgato e quindi disposto in opera a strati di altezza conveniente e comunque non superiore a 30 cm. Dovrà farsi in modo che durante la costruzione si conservi un tenore d'acqua conveniente, evitando di realizzare opere in terra rinforzata con terreni la cui densità sia troppo rapidamente variabile col tenore in acqua ed avendo cura di assicurare, durante la costruzione, lo scolo delle acque. Il materiale dei rilevati potrà comunque essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche fossero tali, a giudizio della Direzione Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita dei lavori.

Negli oneri relativi alla formazione delle strutture in terra rinforzata è incluso l'onere per la fornitura e posa in opera delle geogriglie, l'onere per la posa in opera del terreno di riempimento, l'onere per la fornitura e posa in opera di casseforme metalliche a perdere costituite da fogli di rete elettrosaldata fi6\15x15 opportunamente sagomati in modo tale da conferire al paramento esterno la pendenza di progetto desiderata. Inoltre è incluso l'onere per la preparazione del piano di posa della struttura, l'onere per fornitura e posa in opera di biostuoia sul paramento esterno e l'onere per la formazione della tasca di terreno vegetale e per l'idrosemina. Per la realizzazione delle tasche vegetative si dovranno impiegare terreni

vegetali ricche di humus, provenienti o dagli scavi con esclusione dello strato superficiale, per spessori previsti in progetto od ordinati dalla Direzione Lavori, ma mai inferiori al minimo di 20 cm.

Per tutte le determinazioni, controlli e verifiche previste ritenute necessarie dalla Direzione Lavori l'appaltatore è obbligato a prelevare nel corso dell'esecuzione dei lavori idonei campioni di materiale da sottoporre a prova presso laboratori accreditati.

Geogriglie

Per ciò che concerne gli elementi di rinforzo previsti all'interno delle strutture in terra rinforzata si impiegheranno geogriglie di tipo monoassiale in materiale plastico costituiti da elementi resistenti a trazione in poliestere ad alto modulo rivestito in PVC ovvero in polietilene ad alta densità. In entrambi i casi gli elementi resistenti dovranno essere opportunamente stabilizzati ai raggi ultravioletti. Nella fattispecie il materiale di rinforzo dovrà possedere i seguenti requisiti meccanici minimi:

Nella tabella che segue vengono riepilogati i requisiti minimi delle geogriglie:

Caratteristica	Normativa di riferimento	Valori minimi richiesti
Resistenza media a trazione a breve termine	EN ISO 10319	60 kN/m 90 kN/m
Resistenza media a trazione a lungo termine	UNI EN 13431	20 kN/m 30 kN/m

Le geogriglie monoassiali dovranno essere resistenti ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, all'azione di microrganismi ed essere antinquinanti. Dovranno essere forniti in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione alle modalità di impiego. Ogni rotolo fornito dovrà essere munito di opportuna protezione e dovrà essere dotato di una targhetta adesiva identificatrice del prodotto.

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

UNI EN 963 (1997)	Geotessili e prodotti affini. Campionamento e preparazione dei provini.
EN ISO 10319 (1996)	Geotextile - Wide-width tensile test.
UNI ENV 13431 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle proprietà di viscosità a trazione (tensile creep) e comportamento a rottura (creep rupture).
UNI ENV ISO 13438 (2000)	Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.
UNI EN 12225 (2001)	Geotessili e prodotti affini - Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento.
UNI EN 14030 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Metodo di prova selettivo per la determinazione della resistenza ai liquidi acidi e alcalini.
UNI EN 13562 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Determinazione della resistenza alla penetrazione da acqua (prova sotto pressione idrostatica).
UNI EN 12226 (2002)	Geotessili e prodotti affini - Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità.

Tutti i materiali impiegati per il rinforzo dovranno essere muniti di adeguate qualificazioni e certificazioni che attestino il possesso dei requisiti fisico-meccanici richiesti.

Modalità di esecuzione

Il terreno di fondazione costituente la base sulla quale si dovranno impostare le strutture in terra rinforzata dovrà essere accuratamente preparato ed espurgato da piante, radici o da qualsiasi altra materia eterogenea e, scoticato per uno spessore di 10 cm. I piani di posa di dette strutture avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondi i profili e le indicazioni che saranno data dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. I piani di posa saranno di norma stabiliti alla quota di 50 cm al di sotto del piano di campagna, salvo la richiesta di un differente approfondimento da parte della Direzione Lavori. Raggiunta la quota prescritta, si procederà all'effettuazione dei controlli analoghi a quelli previsti per il piano di posa dei rilevati.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di compressione "Md", determinato con piastra da 16 cm di diametro.

I strutture in terra rinforzata verranno eseguite con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto.

Nella formazione di sudette strutture saranno innanzi tutto impiegate le materie provenienti dagli scavi ed appartenenti ad uno dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 della classifica CNR-UNI. L'ultimo strato del rilevato, sottostante il piano di cassonetto, dovrà essere costituito, per uno spessore non inferiore a 30 cm costipato (e salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori), da terre dei gruppi A1 - A2-4 - A2-5 provenienti dagli scavi o da apposite scave di prestito.

Per il materiale proveniente da scavi ed appartenente ai gruppi A2-6, A2-7 si esaminerà di volta in volta l'opportunità ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione e per tratti completi di rilevato stradale, oppure per rilevati di aree a verde oppure portarlo a discarica.

Il materiale costituente il riempimento della struttura in terra rinforzata dovrà essere posto in opera a strati successivi, di spessore uniforme (non eccedente i 30 cm), con la pendenza necessaria per lo smaltimento delle acque meteoriche. Ogni strato dovrà essere compattato fino ad ottenere in sito una densità del secco non inferiore al 90% di quella massima determinata in laboratorio con la prova AASHO modificata. Negli ultimi due strati verso la superficie, e comunque per uno spessore complessivo non inferiore a 50 cm, con la compattazione potrà essere richiesto di raggiungere una densità del secco non inferiore al 95% della densità massima determinata come sopra

Ogni strato sarà compattato 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 diminuito del 5%. L'Appaltatore dovrà curare la scelta dei mezzi di costipamento nella forma più idonea per il raggiungimento delle densità prescritte, servendosi di norma:

- a) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 (terre ghiaio-sabbiose): mezzi a carico dinamico - sinusoidale od a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale;
- b) per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A1 - A2-4 - A2-5 (terre limo-argillose): mezzi a rulli e punte e carrelli pigiatori gommati, eccezionalmente vibratorii.

Nel corso delle operazioni di costipamento si dovrà porre particolare attenzione e cura nell'evitare ogni possibile danneggiamento da parte dei mezzi di carico delle geogriglie già poste in opera. Inoltre durante la compattazione delle porzioni di riempimento poste in prossimità del paramento esterno si dovranno impiegare mezzi di costipamento leggeri in modo tale da non deformare e/o danneggiare il cassero in rete elettrosaldata.

Qualora nel materiale di formazione del rilevato fossero incluse pietre, queste dovranno risultare ben distribuite nell'insieme di ciascuno strato e avere dimensioni non superiori a 10 cm se incluse in quello superficiale. Resta dunque inteso che la percentuale di pezzatura grossolana compresa tra 7,1 e 20 cm non dovrà superare il 30% del materiale costituente il rilevato e che tale pezzatura dovrà essere assortita; non sarà assolutamente ammesso materiale con pezzatura superiore a 20 cm. Il materiale non dovrà essere posto in opera in periodo di gelo o su terreno gelato. Non si potrà comunque sospendere la costruzione della struttura in terra rinforzata, qualunque fosse la causa, senza che lo stesso abbia ricevuto una configurazione tale da assicurare lo scolo delle acque pluviali e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

1) Realizzazione di strato di fondazione rinforzato

Lo strato di fondazione rinforzato viene ottenuto con materiale di riempimento avente parametri geotecnici in accordo con i calcoli di progetto. L'opera sarà realizzata utilizzando un geotessile avente le seguenti caratteristiche:

- Il geotessile dovrà essere realizzato in fibre di poliestere ad elevato modulo e basso creep nella direzione dell'ordito ed in poliammide nella direzione della trama. Dovrà essere resistente ai raggi UV (perdita trascurabile della resistenza dopo un periodo di esposizione di 4 settimane), ai microrganismi e alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni.
- La resistenza caratteristica a trazione a breve termine f_k (limite di confidenza minimo 95%) dovrà essere non inferiore a 200 kN/m nella direzione longitudinale e a 45 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento caratteristico ϵ_k non superiore al 10 % ed al 20 % rispettivamente (ISO 10319).
- Il geotessile dovrà sviluppare nel senso longitudinale una tensione caratteristica f_k di almeno 120 kN/m al 6 % di allungamento (ISO 10319).

- La diminuzione della resistenza caratteristica nel tempo per effetto del creep dovrà essere garantita dalle curve isocrone del materiale, certificate da istituti di prova indipendenti autorizzati tipo TRI, fino ad una durata di 1.000.000 ore. La deformazione per creep con il geotessile sottoposto ad un carico pari al 50 % della resistenza a trazione a breve termine per un periodo di due anni, dovrà essere dell'ordine dell'1 %.
- La permeabilità del materiale dovrà essere maggiore di 3,0·10⁻³ m/s (EN ISO 11058).
- Le giunzioni potranno essere realizzate mediante sovrapposizioni o cuciture. Non sono ammesse cuciture nella direzione di rinforzo.
- La tensione ammissibile in esercizio del geotessile stabilita dalla progettazione, si dovrà ottenere applicando fattori di sicurezza parziali che prendono in considerazione la riduzione della tensione caratteristica per effetto del creep, la estrapolazione dei dati e variabilità della produzione, il danneggiamento meccanico, e gli attacchi chimici ed ambientali. Tutti i fattori di sicurezza applicati devono essere basati su ricerche indipendenti attraverso istituti di prova e di ricerca autorizzati.
- Il geotessile dovrà essere approvato dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.
- La produzione del geotessile deve essere effettuata da aziende operanti sotto regime di certificazione EN ISO 9001:2000.
- Le caratteristiche meccaniche dovranno essere verificate secondo la normativa DIN 18200 in laboratori autorizzati, sia interni che esterni (EN 45001).
- Il geotessile dovrà essere marcato CE in conformità alla normativa europea.
- Ogni rotolo dovrà avere almeno una etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma DIN EN 30320.

La struttura in terra rinforzata verrà realizzata in strati successivi con le seguenti modalità:

- a) posa del geotessuto con lunghezza di ancoraggio secondo quanto indicato dal progetto, lasciandola fuoriuscire dal cassero per una lunghezza pari a quella necessaria ad eseguire un risvolto di lunghezza minima di 2.0 m
- b) posa e compattazione del terreno di riempimento che avrà le caratteristiche geotecniche di progetto. La compattazione avverrà per strati di 35 cm utilizzando un rullo con caratteristiche idonee a ottenere il 90 % della densità ottima di Proctor;
- c) raggiunta l'altezza massima di strato di 0.70 m, pari alla spaziatura dei rinforzi, si eseguirà il dente di ancoraggio e risvolterà il geotessuto;
- d) si ripartirà dal punto a).

2) Realizzazione di muri di sostegno in terra rinforzata PVA

La realizzazione del muro di sostegno in "terra rinforzata" con materiale di riempimento avente parametri geotecnici in accordo con i calcoli di progetto verrà effettuata utilizzando geotessili e geogriglie.

Le geogriglie di maglia 20x30 mm dovranno essere realizzate in fibre di polivinilalcol (PVA) nella direzione dell'ordito ed in poliammide (PA) nella direzione della trama, coperte con rivestimento polimerico inerte, resistente ai raggi UV e a tutti i microrganismi e sostanze chimiche normalmente presenti nel terreno. Le fibre longitudinali della geogriglia dovranno essere intrecciate con le fibre trasversali in modo da impedire lo spostamento delle stesse in corrispondenza dei nodi. Le geogriglie dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Geogriglia flessibile con resistenza nominale a trazione a breve termine non inferiore a 35 kN/m nella direzione longitudinale e a 20 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6 % nella direzione longitudinale (ISO 10319).
- La geogriglia dovrà sviluppare nel senso longitudinale una tensione di almeno 10 kN/m al 2 % di allungamento e di 15 kN/m al 3 % di allungamento (ISO 10319).
- La tensione caratteristica della geogriglia, per effetto del creep a 120 anni ad una temperatura media di 14° C, non

dovrà essere inferiore a 23 kN/m: tale caratteristica dovrà essere garantita da una certificazione tipo TRI rilasciata da un ente autorizzato indipendente dal produttore.

- geogriglia flessibile con resistenza nominale a trazione nominale a breve termine non inferiore a 55 kN/m nella direzione longitudinale e a 25 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 6 % nella direzione longitudinale (ISO 10319).
- La geogriglia dovrà sviluppare nel senso longitudinale una tensione di almeno 15 kN/m al 2 % di allungamento e di 24 kN/m al 3 % di allungamento (ISO 10319).
- La tensione caratteristica della geogriglia, per effetto del creep a 120 anni ad una temperatura media di 14° C, non dovrà essere inferiore a 37 kN/m: tale caratteristica dovrà essere garantita da una certificazione tipo TRI rilasciata da un ente autorizzato indipendente dal produttore;

Le geogriglie dovranno essere approvate dalla D.L. e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste con copia delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

Le caratteristiche meccaniche dovranno essere verificate secondo la normativa DIN 18200 in laboratori autorizzati, sia interni sia esterni (EN 45001).

La produzione della griglia di rinforzo deve essere effettuata da aziende operanti sotto regime di certificazione EN ISO 9001.

La geogriglia dovrà essere marcata CE in conformità alla normativa europea.

Ogni rotolo dovrà avere almeno un'etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma EN ISO 30320.

Il tutto compreso la stesa della griglia, il costipamento per singoli strati del terreno di riempimento ogni 35 cm fino al raggiungimento di un grado di costipazione almeno pari al 95% dello standard Proctor, l'inserimento di un sistema antierosione sul fronte all'interno di ogni strato e l'utilizzo di casseri idonei per la realizzazione dell'opera.

L'altezza di ogni strato (paramento esterno) di ogni berma dovrà essere non superiore a 0.70 m, quella dei risvolti dovrà essere non inferiore a 2.00 m.

La struttura in terra rinforzata verrà realizzata in strati successivi con le seguenti modalità:

- a) posa del cassero a perdere di altezza=0.7 m in rete elettrosaldata (maglia 15x15 mm), realizzato con tondino di ferro FeB44K, $\varnothing=8$ mm, dotato di un numero adeguato di picchetti di irrigidimento e dovrà aver una inclinazione sull'orizzontale pari a 60°;
- b) posa della geogriglia con lunghezza di ancoraggio secondo quanto indicato dal progetto, lasciandola fuoriuscire dal cassero per una lunghezza pari a quella necessaria ad eseguire un risvolto di lunghezza minima di 2.0 m
- c) posa della griglia antierosione in poliestere avente le seguenti caratteristiche: maglia tessuta di circa 3,5x3,5 mm di apertura realizzata in fibre di poliestere e ricoperta con un rivestimento polimerico; resistenza a trazione a breve termine non inferiore a 15 kN/m nella direzione longitudinale e a 14 kN/m nella direzione trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore rispettivamente al 15 % e al 18 % (ISO 10319); permeabilità del materiale maggiore di 250·10⁻³ m/s (EN ISO 11058); diametro di filtrazione pari a circa 3500 micron (tolleranza \pm 500 micron) (EN ISO 12956).
- d) posa dei tirantini metallici tra base del cassero metallico e paramento esterno;
- e) posa del terreno vegetale, con spessore di almeno 10 cm, sistemandolo a ridosso del cassero;
- f) posa e compattazione del terreno di riempimento che dovrà avere le caratteristiche geotecniche di progetto. La compattazione avverrà per strati di 35 cm utilizzando un rullo con caratteristiche idonee a ottenere il 90 % della densità ottima di Proctor. In prossimità del paramento si eseguirà la compattazione mediante una piastra vibrante o altro mezzo idoneo a costipare il terreno vegetale senza danneggiare il cassero.
- g) raggiunta l'altezza massima di strato di 0.70 m, pari alla spaziatura dei rinforzi, si eseguirà il dente di ancoraggio e risvolterà la geogriglia; successivamente si poserà e si compatterà il terreno rimanente;
- h) si ripartirà dal punto a).

Quando il muro sarà interamente realizzato dovrà essere eseguita idrosemina a spessore.

Il rilevato in terra rinforzata di altezza 4.20 m sarà costituito da due berme sovrapposte e continue. La berma basale, di altezza 2.80 m, sarà realizzata con geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 55 KN/m (e le restanti caratteristiche come sopradescritto) spaziate di 0.70 m, con lunghezza dei rinforzi non inferiore a 5.00 m e lunghezza dei risvolti non inferiore a 2.00 m; la berma sommitale di altezza 1.40 m sarà realizzata con geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 35 KN/m (e le restanti caratteristiche come sopradescritto) spaziate di 0.70 m, con lunghezza dei rinforzi non inferiore a 5.00 m e lunghezza dei risvolti non inferiore a 2.00 m.

Il rilevato in terra rinforzata di altezza 3.00 m sarà costituito da due berme sovrapposte e continue. La berma basale, di altezza 1.40 m, sarà realizzata con geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 55 KN/m (e le restanti caratteristiche come sopradescritto) spaziate di 0.70 m, con lunghezza dei rinforzi non inferiore a 4.00 m e lunghezza dei risvolti non inferiore a 2.00 m; la berma sommitale di altezza 1.60 m, sarà realizzata con geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 35 KN/m (e le restanti caratteristiche come sopradescritto) spaziate di 0.70 m, con lunghezza dei rinforzi non inferiore a 4.00 m e lunghezza dei risvolti non inferiore a 2.00 m.

Il rilevato in terra rinforzata di altezza 1.90 m sarà costituito da geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 35 KN/m (e le restanti caratteristiche come sopradescritto) spaziate di 0.70 m, con lunghezza dei rinforzi non inferiore a 3.00 m e lunghezza dei risvolti non inferiore a 2.00 m.

3) Realizzazione strato di rinforzo e separazione sottofondo della sovrastruttura stradale

Lo strato di fondazione della sede stradale sarà ottenuto con materiale di riempimento avente parametri geotecnici in accordo con i calcoli di progetto. L'opera sarà realizzata utilizzando un geotessile avente le seguenti caratteristiche:

- Geogriglia di maglia 40X40 mm dovrà essere realizzata in fibre tessute di polipropilene e rivestita con uno strato di protezione polimerico. I materiali costituenti dovranno essere inerti, resistenti a tutti i microrganismi e sostanze chimiche normalmente presenti nel terreno. Le fibre longitudinali della geogriglia dovranno essere sovrapposte con le fibre trasversali in modo da limitare la deformazione del materiale sottoposto a trazione.
- La resistenza a trazione a breve termine dovrà essere non inferiore a 40 kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore all'8% in entrambe le direzioni (ISO 10319).
- Al 2% e al 5% di allungamento, la griglia dovrà sviluppare una tensione non inferiore a 16 kN/m e 32 kN/m rispettivamente, sia nella direzione longitudinale che trasversale (ISO 10319).
- La geogriglia dovrà essere approvata dalla direzione lavori e la posa dovrà essere realizzata
- seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore. Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

Le caratteristiche meccaniche dovranno essere verificate secondo la normativa DIN 18200 in laboratori autorizzati, sia interni sia esterni (EN 45001).

La produzione della griglia di rinforzo deve essere effettuata da aziende operanti sotto regime di certificazione EN ISO 9001.

La geogriglia dovrà essere marcata CE in conformità alla normativa europea.

Ogni rotolo dovrà avere almeno un'etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma EN ISO 30320.

Art. 28 Rilevati addossati alle murature

Per i rilevati e rinterri da addossare alle murature dei manufatti e di qualsiasi altra opera si dovranno sempre impiegare terreni da cava di prestito sciolti sabbiosi o ghiaiosi, di opportuna granulometria restando in modo assoluto vietato l'impiego di quelli argillosi ed in generale di tutti quelli che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano, generando spinte.

Nella formazione dei detti rinterri e rilevati dovrà essere posta ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza da tutte le parti, disponendo contemporaneamente le terre con la maggiore regolarità e

precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico mal distribuito.

I terrapieni saranno addossati alle murature solo dopo che queste abbiano raggiunto la completa stagionatura.

Art. 29 Opere in calcestruzzo normale e armato

CASSEFORME

A - Descrizione

Le casseforme e le relative strutture di supporto devono essere progettate e realizzate in modo da sopportare le azioni alle quali sono sottoposte nel corso della messa in opera del calcestruzzo e da essere abbastanza rigide per garantire il rispetto delle dimensioni geometriche e delle tolleranze previste.

In base alla loro configurazione le casseforme possono essere classificate in:

- casseforme smontabili,
- casseforme a tunnel, idonee a realizzare contemporaneamente elementi edilizi orizzontali e verticali,
- casseforme rampanti, atte a realizzare strutture verticali mediante il loro progressivo innalzamento, ancorate al calcestruzzo precedentemente messo in opera,
- casseforme scorrevoli, predisposte per realizzare in modo continuo opere che si sviluppano in altezza o lunghezza.

B - Generalità

Le casseforme, in relazione al tipo di impiego, potranno essere costruite con tavole di legno, oppure con pannelli di compensato e tamburato, oppure con lastre nervate metalliche, la cui superficie potrà essere trattata con idonei prodotti disarmanti per agevolare il distacco del calcestruzzo.

L'impiego di detti prodotti dovrà essere attuato con cautela, secondo le prescrizioni del Produttore, previo benestare della Direzione di Lavori.

Le casseforme dovranno essere a tenuta (sufficientemente stagne) affinché il costipamento del calcestruzzo, in esse contenuto, non provochi la perdita di quantità consistenti di materiali (acqua, boiaccia, ecc.).

Le casseforme dovranno essere rigide, opportunamente rinforzate e non presentare deformazione alcuna sotto l'azione del carico di calcestruzzo fresco in esse contenuto e sotto l'azione delle operazioni di vibratura e battitura del conglomerato.

Il loro dimensionamento sarà fatto caso per caso, tenuto conto dei tassi di lavoro dei materiali impiegati e delle sollecitazioni a cui saranno sottoposti.

I casseri vibranti, per le parti prefabbricate ed i calcestruzzi architettonici, dovranno essere eseguiti in modo tale da garantire la perfetta qualità delle superfici e degli spigoli.

Potranno essere provvisti di impianto di invecchiamento artificiale, omologato dagli enti competenti, ISPESL, ecc..

Nel caso di casseforme con grande sviluppo in altezze, si dovrà provvedere all'apertura di finestre nel cassero per controllare l'evolversi del getto e procedere alla vibratura ed al corretto costipamento degli strati inferiori.

Per elementi portanti orizzontali di luce libera superiore a 6 metri, i casseri dovranno essere predisposti con una monta dell'ordine di 1/1000 della luce.

La manutenzione dei casseri dovrà essere eseguita con cura, selezionando le parti integre da quelle ammalorate.

I casseri in legno per strutture, parti importanti e a faccia vista, non potranno essere reimpiegati più di tre volte; negli altri casi potranno essere consentiti reimpieghi più numerosi purché il risultato del getto non presenti evidenti difetti estetici e di forma.

Prima della esecuzione dei getti, i casseri verranno ispezionati e controllati dalla Direzione dei Lavori al fine di verificarne:

- ✓ la corrispondenza tra esecuzione e progetto;
- ✓ l'indeformabilità e resistenza al carico del calcestruzzo;
- ✓ l'idoneità dei materiali impiegati;

✓ la sicurezza di accesso e di lavoro per le maestranze.

C - Disarmo

Si fa riferimento a quanto disposto al paragrafo 6.1.5 del D.M. 27 luglio 1985 e successivi aggiornamenti.

Il disarmo verrà effettuato per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche sui vari elementi strutturali.

Esso non deve avvenire prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore ritenuto necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive: ogni decisione in proposito è lasciata al giudizio del Direttore dei Lavori, sentito il parere del Progettista delle Strutture.

In assenza di specifici accertamenti sulla resistenza raggiunta dal conglomerato, ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e maturazione, si dovranno osservare i seguenti tempi minimi di disarmo:

TABELLA 5.1

	CONGLOMERATO DI CEMENTO	
	Normale	Ad Alta Resistenza
Per sponde di casseri di travi e pilastri	3 gg	2 gg
Per armature di solette di luce modesta	10 gg	4 gg
Per puntelli e centine di travi, archi, volte, ecc. e per solette di grande luce	24 gg	12 gg
Per strutture a sbalzo	28 gg	14 gg

Per le strutture portanti in conglomerato non armato, si dovranno osservare i tempi di disarmo previsti per le travi.

Per le strutture particolarmente complesse, i tempi di disarmo verranno stabiliti in accordo con il progettista delle strutture stesse e con la Direzione dei Lavori.

D - Classificazione delle casseforme

Le casseforme, in relazione al loro grado di finitura, conseguente all'aspetto estetico delle superfici dei getti che si desiderano ottenere, possono essere delle seguenti quattro classi:

- A. (speciale);
- B. (accurata);
- C. (ordinaria);
- D. (grossolana).

Se non diversamente a particolarmente disposto, le casseforme dovranno essere corrispondenti almeno alla classe B.

Qualora il calcestruzzo fosse del tipo faccia a vista le casseforme dovranno essere corrispondenti alla classe A.

Per la classificazione degli stati superficiali dei getti, nonché per le relative caratteristiche e tolleranze vale quanto prescritto al paragrafo specifico.

ARMATURE DI ACCIAIO

A - Normativa di riferimento

UNI EN 10002-1:2004	Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato
UNI EN ISO 15630-1:2004	Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato
UNI EN ISO 15630-2:2004	Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate
UNI EN ISO 15630-3:2004	Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso

UNI ENV 10080:2005	Acciaio d'armatura per calcestruzzo - Acciaio d'armatura saldabile - Generalità
D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008	Norme tecniche per le costruzioni

B - Tondo per c.a. normale: definizioni

Sotto la denominazione di tondo per cemento armato rientrano i seguenti tipi di armature:

- tondo a superficie liscia (laminato a caldo);
- tondo a superficie nervata ad aderenza migliorata (deformato a freddo).

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

Acciaio tipo B450C

- barre d'acciaio ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$), rotoli ($6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 16 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$;
- tralici elettrosaldati $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$.

Acciaio tipo B450A

- barre d'acciaio ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$), rotoli ($5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$);
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri $\leq 10 \text{ mm}$;
- reti elettrosaldate: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$;
- tralici elettrosaldati $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$.

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel DM 14-01-2008 e controllati con le modalità riportate del citato decreto.

C - Reti e tralici: definizioni

Sotto la denominazione di reti di acciaio elettrosaldate rientrano le reti a maglia quadrata o rettangolare, fabbricate con fili tondi, nervati deformati a freddo e assemblati mediante saldature. L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

Per le reti ed i tralici costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro Φ che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} < \Phi < 16 \text{ mm}$, saldati elettricamente nei punti di incrocio delle maglie.

Per le reti ed i tralici costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro Φ che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} < \Phi < 10 \text{ mm}$, saldati elettricamente nei punti di incrocio delle maglie.

Le reti di norma verranno fornite in pannelli prefabbricati piani o arrotolati.

I tralici elettrosaldati sono costituiti da correnti longitudinali (nervati di diametro da 6 a 16 mm) e da staffe di collegamento, forniti in lunghezze varie, secondo le richieste di progetto, saldati elettricamente nei punti incrocio tra correnti e staffe.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

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

D - Armature per c.a.p.: definizioni

Le armature per cemento armato pre-compresso o post-compresso possono essere forniti sotto forma di:

- fili (fornitura in rotoli);
- barre (fornitura in fasci di elementi rettilinei);
- trecce (fornitura in rotoli o bobine);
- trefoli (fornitura in rotoli o bobine).

E - Condizioni di fornitura

Il tondo per cemento armato (in barre o assemblato in reti e tralici) deve essere esente da difetti tali da pregiudicarne l'impiego: screpolature, scaglie, bruciature, ossidazione accentuata, ricopertura da sostanze che possano ridurne

l'aderenza al conglomerato, ecc.

Per le condizioni tecniche generali di fornitura si applicano le norme UNI.

Ogni fornitura dovrà essere accompagnata da almeno uno dei seguenti certificati:

- attestato di conformità;
- certificato di provenienza;
- certificato di controllo;
- certificato di collaudo;
- verbale di collaudo.

Tolleranze dimensionali sulla massa

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nella tabella seguente.

Diametro nominale [mm]	$5 \leq \phi \leq 8$	$8 < \phi \leq 40$
-	± 6	$\pm 4,5$

F - Messa in opera

E' vietato mettere in opera armature eccessivamente ossidate, corrose o recanti difetti superficiali che ne pregiudichino la resistenza, o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

Le armature che presentino superficie grassa e ricoperta da prodotti vernicianti, dovranno essere passate alla fiamma e quindi ben pulite.

La sagomatura, il diametro, la lunghezza, ecc., dovranno corrispondere esattamente ai disegni ed alle prescrizioni del progetto.

Le giunzioni e gli ancoraggi delle barre dovranno essere eseguiti in conformità al progetto ed alla normativa vigente.

Le barre piegate dovranno presentare nei punti di piegatura un raccordo circolare di raggio non inferiore a 6 diametri.

La staffatura, se non diversamente specificato in progetto, dovrà avere, di norma, un passo non superiore a 3/4 della larghezza del manufatto relativo. Le staffe dovranno essere sempre chiuse e ben ancorate alle barre longitudinali.

Laddove prescritto le barre dovranno essere collegate solidamente fra loro in modo da garantire la continuità elettrica e da permettere il loro collegamento alla rete generale di messa a terra.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento su armature già lavorate.

Prima della loro lavorazione (taglio, piegatura e sagomatura) e del loro montaggio, le armature dovranno essere ispezionate ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

Per garantire la corretta ricopertura delle armature con il calcestruzzo (copriferro), dovranno essere posti in opera opportuni distanziatori di materiale plastico, agenti tra le barre e le pareti dei casseri.

G - Controlli sulle barre di armatura

Il prelievo dei campioni e metodi di prova saranno effettuati conformemente alla norma UNI ed alle NTC.

Controlli in stabilimento

Tutte le forniture di acciai sottoposti a controlli in stabilimento debbono essere accompagnate da un certificato di laboratorio ufficiale riferentesi al tipo di armatura di cui trattasi.

La data del certificato non deve essere anteriore di tre mesi dalla data di spedizione.

Controlli in cantiere

Il controllo in cantiere è obbligatorio sia per acciai non controllati in stabilimento sia per acciai controllati.

Le domande di prove ai laboratori ufficiali dovranno essere sottoscritte dal Direttore dei Lavori e dovranno contenere indicazioni sulla fornitura di appartenenza.

Controlli sulle armature da precompresso

Si dovrà fare riferimento particolare all'allegato 3 della parte terza D.M. 27.7.1985.

H - Protezione delle armature

Nel caso di maltempo, di esposizione ad agenti aggressivi, ecc. le armature dovranno essere adeguatamente protette con teli impermeabili o con gli accorgimenti prescritti dalla Direzione dei Lavori.

CALCESTRUZZI

A - Normativa di riferimento

D.M. 3 giugno 1968 e s.m.i.	Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi
Legge 5 novembre 1971, n. 1086	Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
Legge 2 febbraio 1974, n. 64	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia
D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008	Norme tecniche per le costruzioni
C.M. Infrastrutture e Trasporti 02 febbraio 2009, n. 617 CS. LL. PP.	Nuova circolare delle Norme Tecniche per le Costruzioni
Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici Febbraio 2008	Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive.
UNI EN 1992-1-1:2005	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
UNI EN 1992-1-2:2005	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio
UNI EN 1992-2:2006	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi
UNI EN 1992-3:2006	Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 3: Strutture di contenimento liquidi
D.M. 16/02/2007	Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi
D.M. 9/03/2007	Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni soggette al controllo del Corpo Nazionale dei VVF
D.M. 9/05/2007	Direttive per l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, dovrà fare particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione (R_{ck} e f_{ck})
- durabilità delle opere
- diametro massimo dell'aggregato
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi
- resistenza a trazione per flessione secondo
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione
- resistenza a trazione indiretta

- modulo elastico secante a compressione
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco
- ritiro idraulico
- resistenza ai cicli di gelo - disgelo
- impermeabilità

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- d) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- e) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- f) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- g) i progetti delle opere provvisorie (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui ai successivi punti.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206. In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

B - Materiali

Cemento

I cementi potranno essere normali, ad alta resistenza e rapido indurimento.

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento pozzolanico;
- cemento d'altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;
- è ammesso inoltre il cemento Portland con tenore di alluminato tricalcico (C3A) $\leq 8\%$, a condizione che il rapporto acqua cemento sia inferiore dello 0,05 rispetto a quello prescritto per i cementi pozzolanico e di altoforno e che la resistenza effettiva del conglomerato risulti superiore di almeno 5 MPa rispetto a quella richiesta per conglomerati confezionati con cementi pozzolanico o d'altoforno, in base alla quale vengono applicati i prezzi di elenco.

L'Impresa dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, dovranno essere controllate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 e D.M. 3/6/1968 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni t 250 o frazione). Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori che potrà richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

E' ammesso l'impiego di cementi speciali rispondenti ai requisiti suddetti ed alle prescrizioni delle presenti Norme, atti al confezionamento di conglomerati cementizi fluidi e superfluidi a basso rapporto a/c senza additivazione in fase di betonaggio.

Se non diversamente specificato, si dovranno impiegare calcestruzzi con le seguenti caratteristiche nella realizzazione delle strutture appresso indicate.

1	2	3	4	5	6
Strutture orizzontali ed in elevazione sopra la quota delle fondazioni	C25/30 N/mm2	≤ 0,50	Portland	X0/XC1/ XC2/ XC3/XF1	S4/S5
	C28/35 N/mm2				
	C32/40 N/mm2				
	C35/45 N/mm2				
Fondazioni	C25/30 N/mm2	≤ 0,55	Portland	X0/XC1/ XC2/ XC3/XF1	S4/S5
Sottofondazioni	C25/30 N/mm2	≤ 0,50	Portland	X0/XC1/ XC2/ XC3/XF1	S4/S5

1 = Tipi di strutture

2 = Classe di resistenza garantita

3 = Rapporto acqua/cemento massimo

4 = Cemento

5 = Classe di esposizione minima

6 = Slump

Aggregati

Sono riconosciuti generalmente idonei gli aggregati normali e pesanti conformi alla EN 12620 e gli aggregati leggeri conformi alla EN 13055-1.

Per tutti i tipi di conglomerato cementizio dovranno essere impiegati esclusivamente gli aggregati della categoria A di cui alla Norma UNI 8520 parte 2a aventi caratteristiche nei limiti di accettazione della Norma medesima.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e solfati solubili (per questi ultimi si veda la tabella seguente).

A cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali. Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

Tale esame verrà ripetuto con la frequenza indicata nella tabella seguente e comunque almeno una volta all'anno.

Per poter essere impiegati, gli aggregati devono risultare esenti da minerali pericolosi e da forme di silice reattiva.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

TABELLA - Caratteristiche degli Aggregati

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 e UNI 8520 parte 20	perdita di massa < 4% dopo 20 cicli
Resistenza alla abrasione	Los Angeles	CNR 34 e UNI 8520 parte 19	perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità alle soluzioni solfatiche	UNI 8520 parte 10	perdita di massa dopo cinque cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 parte 11	SO ₃ ≤ 0,05%
Presenza di argille	Equivalenti in sabbia	UNI 8520 parte 15	ES ≥ 80 VB ≤ 0,6 cm ³ /g di fini
Presenza di pirite, marcassite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 parte 4	assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 parte 14	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattiva dell'aggregato - metodo chimico Potenziale reattività delle miscele cemento aggregati - metodo del prisma di malta	UNI 8520 parte 22	UNI 8520 parte 22 punto 4 UNI 8520 parte 22 punto 5
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 parte 12	CL-≤ 0,05 %
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 parte 18	C _f ≥ 0,15 (D _{max} =32mm) C _f ≥ 0,12 (D _{max} =64mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni m ³ 8000 di aggregati impiegati.		

Nella tabella di cui sopra sono riepilogate alcune delle principali prove cui devono essere sottoposti gli aggregati, con l'indicazione delle norme di riferimento, delle tolleranze di accettabilità e della frequenza. Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un D max fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un D max fino a 64 mm). Controlli in tal senso sono richiesti con frequenza di una prova ogni m³ 5000 impiegati.

La curva granulometrica delle miscele di aggregato per conglomerato cementizio dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto, e dovrà permettere 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 risultare costantemente compresa nel fuso granulometrico approvato dalla Direzione dei Lavori e dovrà essere verificata ogni m³ 1000 di aggregati impiegati.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia, al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

All'impianto di betonaggio gli aggregati dovranno essere suddivisi in almeno 3 pezzature; la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da mm 5 di lato.

Le singole pezzature non dovranno contenere sottoclassi in misura superiore al 15% e sovraclassi in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

La dimensione massima (D max) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;

minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di mm 5;

minore dello spessore del copriferro.

Acqua di impasto

Provorrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate all'art. 60.

Sono considerate idonee l'acqua d'impasto e l'acqua di riciclo della produzione di calcestruzzo, conformi alla EN 1008:2003.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 11417 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta) della Norma UNI 8520 parte 5).

I massimi rapporti acqua/cemento consentiti, riportati nella Tabella 5.4, potranno essere diminuiti a insindacabile giudizio della Direzione Lavori in relazione al tipo di manufatto, all'impermeabilità e durabilità richieste al manufatto stesso.

Additivi

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2:2002 e UNI 10765:1999.

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi fluidificanti e superfluidificanti del tipo approvato dalla Direzione Lavori. La classe di consistenza prevista è la S4 o la S5 secondo la classificazione proposta dalla Norma UNI EN206-1:2006 (vedi tab. seg.) sulla base della misura dell'abbassamento del cono di Abrams (Slump) da eseguire con il metodo previsto da UNI EN12350-2:2009

A seconda delle condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati anche additivi del tipo ad azione mista fluidificante - aerante, fluidificante - ritardante e fluidificante - accelerante. Gli additivi non dovranno contenere cloruri in quantità superiore a quella ammessa per l'acqua d'impasto; il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore.

Per conglomerati cementizi che debbono avere particolari requisiti di resistenza e durabilità dovranno essere impiegati additivi iperfluidificanti (caratterizzati da una riduzione d'acqua di almeno il 30%).

TABELLA – Classe di consistenza del calcestruzzo fresco secondo EN206-1:2006

Classe di consistenza	Slump (cm)	Denominazione corrente
S1	Da 1 a 4	Umida

S2	Da 5 a 9	Plastica
S3	Da 10 a 15	Semifluida
S4	Da 16 a 21	Fluida
S5	>22	Superfluida

Additivi aeranti

Per conglomerati cementizi soggetti durante l'esercizio a cicli di gelo - disgelo, si farà costantemente uso di additivi aeranti.

La percentuale di aria inglobata varierà secondo quanto riportato nella tabella seguente, in rapporto alla dimensione massima degli aggregati (Dmax) e sarà misurata sul conglomerato cementizio fresco prelevato all'atto della posa in opera secondo la relativa Norma UNI 12350-7:2009.

L'Impresa dovrà adottare le opportune cautele affinché per effetto dei procedimenti di posa in opera e compattazione attuati, non si abbia una riduzione del tenore d'aria effettivamente inglobata al di sotto dei limiti della tabella.

Gli aeranti dovranno essere conformi a quanto indicato nella norma ASTM C 260:2006; dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua d'impasto con un sistema meccanico che consenta di aggiungere l'additivo con una tolleranza sulla quantità prescritta non superiore al 5% ed inoltre che assicuri la sua uniforme distribuzione nella massa del conglomerato cementizio durante il periodo di miscelazione.

Su richiesta della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà inoltre esibire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle Norme UNI vigenti; dovrà comunque essere garantita la qualità e la costanza di caratteristiche dei prodotti da impiegare.

TABELLA - Dosaggio richiesto di aria inglobata (*)

Tolleranza $\pm 1\%$	
D max Aggregati (mm)	% aria occlusa *
10,0	7,0
12,5	6,5
20,0	6,0
25,0	5,0
40,0	4,5
50,0	4,0
75,0	3,5

Il contenuto d'aria inglobata nel conglomerato cementizio indurito potrà essere verificato con il procedimento descritto nello Standard ASTM C 457:2006 o con procedimento similare.

In alternativa all'uso di additivi aeranti è consentito l'impiego di microsferi di plastica di diametro compreso tra 0,010 e 0,050 mm.

L'Impresa dovrà preventivamente fornire in proposito un'adeguata documentazione, basata sull'esecuzione di cicli gelo - disgelo secondo la Normativa UNI.

Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi. Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

Aggiunte (inclusi i filler minerali e i pigmenti)

Sono considerate generalmente idonee le aggiunte di tipo I:

- filler conformi alla EN 12620;
- pigmenti conformi alla EN 12878.

Sono considerate generalmente idonee le aggiunte di tipo II:

- ceneri volanti conformi alla EN 450;
- fumi di silice conformi al prEN 13263:1998.

Silice ad alta superficie specifica (Silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti essenzialmente da superfluidificanti su un supporto di silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume). Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5-10% sul peso del cemento, dovrà essere definita d'intesa con il progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl₂ a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie.

Disarmanti

I disarmanti ovvero gli oli od gli agenti applicati al manto della casseforma che agevolano il distacco fra la cassaforma e il calcestruzzo dopo l'indurimento, dovranno essere sottoposti all'approvazione della D.L. ed essere conformi alle norme UNI.

C - Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera (D.M. 14/01/2008) per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

D - Resistenza dei conglomerati cementizi

Per ciascuna determinazione in corso d'opera delle resistenze caratteristiche a compressione dei conglomerati cementizi dovranno essere eseguite due serie di prelievi da effettuarsi in conformità alle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

I prelievi, eseguiti in contraddittorio con l'Impresa, verranno effettuati separatamente per ogni opera e per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio previsti nei disegni di progetto od ordinati per iscritto dalla Direzione Lavori. Di tali operazioni, eseguite a cura e spese dell'Impresa, e sotto il controllo della Direzione Lavori, secondo le Norme UNI vigenti, verranno redatti appositi verbali numerati progressivamente e controfirmati dalle parti.

I provini, contraddistinti col numero progressivo del relativo verbale di prelievo, verranno custoditi a cura e spese dell'Impresa in locali ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa e nei modi più adatti a garantire la autenticità e la corretta stagionatura (UNI EN 12390).

Con i provini della prima serie di prelievi verranno effettuate presso i laboratori della Direzione Lavori, alla presenza dell'Impresa, le prove atte a determinare le resistenze caratteristiche alle differenti epoche di stagionatura, secondo le disposizioni che al riguardo saranno impartite dalla Direzione Lavori.

I risultati delle prove di rottura, effettuate sui provini della prima serie di prelievi secondo la Norma UNI EN 12390-3:2009, saranno presi a base per la contabilizzazione provvisoria dei lavori, a condizione che il valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck}, accertato per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio, non risulti inferiore a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

I provini della seconda serie di prelievi dovranno essere sottoposti a prove presso i Laboratori Ufficiali indicati, dalla Direzione Lavori.

Limitatamente ai conglomerati cementizi non armati o debolmente armati (fino ad un massimo di kg 30 di acciaio per m³), sarà sottoposto a prova presso Laboratori Ufficiali soltanto il 10% dei provini della seconda serie a condizione che quelli corrispondenti della prima serie siano risultati di classe non inferiore a quella richiesta.

Se dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali sui provini della seconda serie di prelievi risultasse un valore della resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} non inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, tale risultanza verrà presa a base della contabilizzazione definitiva dei lavori.

Nel caso che la resistenza caratteristica cubica a compressione a ventotto giorni di maturazione R_{ck} ricavata per ciascun tipo e classe di conglomerato cementizio dalle prove della prima serie di prelievi, risulti essere inferiore a quella della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, nell'attesa dei risultati Ufficiali, potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata, senza che l'Impresa possa accampare per questo alcun diritto a compenso.

Qualora dalle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali risultasse un valore R_{ck} inferiore di non più del 10% rispetto a quello della classe indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista, effettuerà una determinazione sperimentale della resistenza meccanica del conglomerato cementizio in opera e successivamente una verifica della sicurezza. Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il conglomerato cementizio verrà accettato ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora la resistenza caratteristica riscontrata risulti minore di quella richiesta di più del 10%, l'Impresa sarà tenuta, a sua totale 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 di progetto.

Saranno a carico dell'Impresa tutti gli oneri relativi alle prove di laboratorio, sia effettuate presso Laboratori della Direzione Lavori, sia presso i Laboratori Ufficiali, comprese le spese per il rilascio dei certificati.

E - Durabilità dei conglomerati cementizi

La durabilità delle opere in conglomerato cementizio è definita dalla capacità di mantenere nel tempo, entro limiti accettabili per le esigenze di esercizio, i valori delle caratteristiche funzionali in presenza di cause di degradazione.

Le cause di degradazione più frequenti sono i fenomeni di corrosione delle armature, i cicli di gelo - disgelo, l'attacco di acque aggressive di varia natura e la presenza di solfati.

La degradazione va prevenuta applicando nelle fasi di progettazione e di esecuzione le Norme UNI 11417 e UNI EN 206-1:2001.

La Direzione Lavori, d'intesa con il Progettista (che dovrà documentare nel progetto delle opere l'adozione delle istruzioni di cui alla Norma UNI 11417) e con l'Impresa, verificherà in fase di qualifica dei materiali e degli impasti l'efficacia dei provvedimenti da adottare in base alle suddette Norme UNI. Devesi tenere conto infatti che la durabilità si ottiene mediante l'impiego di conglomerato cementizio poco permeabile, eventualmente aerato, a basso rapporto a/c, di elevata lavorabilità, con adeguato dosaggio di cemento del tipo idoneo, mediante compattazione adeguata, rispettando i limiti del tenore di ione cloruro totale nel conglomerato cementizio e curando scrupolosamente la stagionatura.

Oltre all'impiego di tale conglomerato cementizio riveste fondamentale importanza anche lo spessore del copriferro e la eventuale presenza di fessurazioni dei manufatti.

In presenza di concentrazioni sensibili di solfati e di anidride carbonica aggressiva nelle acque e nei terreni a contatto dei manufatti, dovranno essere osservate le istruzioni di cui alle Norme UNI 11417, impiegando i tipi di cemento corrispondenti alle classi di resistenza chimica moderata, alta ed altissima, secondo le prescrizioni delle Norme UNI 9156/2015 e 9606/1997; inoltre, per i conglomerati dei tipi II e III, il rapporto acqua cemento dovrà essere inferiore di 0,05 rispetto a quelli della Tabella 15 B.

In alternativa ad una prova globale di durabilità la Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, farà eseguire, sempre in fase di qualifica, prove di resistenza ai cicli di gelo - disgelo, di permeabilità, di assorbimento d'acqua, di scagliamento in presenza di cloruro, di resistenza all'azione di soluzioni aggressive.

La prova di resistenza al gelo verrà svolta sottoponendo i campioni a 300 cicli di gelo e disgelo, secondo UNI 7087; la conseguente variazione delle proprietà caratteristiche dovrà essere contenuta entro i limiti sotto riportati:

- ✓ riduzione del modulo di elasticità = 20%
- ✓ perdita di massa = 2%
- ✓ espansione lineare = 0.2%

coefficiente di permeabilità:

- ✓ prima dei cicli = 10 - 9 cm / s
- ✓ dopo i cicli = 10 - 8 cm/ s

La prova di permeabilità verrà eseguita misurando il percolamento d'acqua attraverso provini sottoposti a pressione d'acqua su una faccia o, se disponibile, secondo il metodo di Normativa.

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica verrà eseguita secondo il procedimento UNI 7699/2005.

La prova di scagliatura e la prova di penetrabilità dello ione cloruro o solfato verranno eseguite secondo la relativa Norma UNI.

F - Tecnologia esecutiva delle opere

Si ribadisce che l'Impresa è tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. del 27.7.1985 e successivi aggiornamenti) nonché delle Leggi e Norme UNI vigenti, in quanto applicabili, ed in particolare della Norma UNI EN 206-1:2001.

Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi 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 aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento.

La dosatura effettiva degli aggregati 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 ogni due mesi o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori. I dispositivi di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati 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 impianti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, 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).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

L'uso di tali additivi è compreso e compensato con i prezzi di elenco dei conglomerati cementizi.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che prevedibilmente la temperatura possa scendere al di sotto di 273° K, 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.

Trasporto

Il trasporto dei conglomerati cementizi 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 del conglomerato cementizio medesimo.

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 conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico.

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

Per ogni carico di calcestruzzo si predisponde un documento che, nel caso di calcestruzzo preconfezionato, deve contenere:

- la data e l'ora di confezione e i tempi d'inizio e fine getto (è opportuno, inoltre, che siano registrate le ore d'arrivo in cantiere, d'inizio e di fine scarico);
- la classe d'esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- il tipo, la classe del cemento, ove specificato nell'ordine di fornitura;
- il rapporto a/c, se prescritto;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati.

Nel caso di calcestruzzo preparato in cantiere, deve essere almeno indicato:

- la classe di resistenza caratteristica;
- i metri cubi trasportati.

L'impresa costruttrice conserva la documentazione nella quale è specificata la struttura a cui il carico di calcestruzzo è stato destinato.

Tale documento deve formare oggetto di controllo e registrazione da parte di chi riceve il calcestruzzo.

Per maggiori dettagli circa la confezione, il trasporto e la consegna del calcestruzzo, sia esso preconfezionato o prodotto in cantiere, si può fare riferimento alle "Linee Guida per la produzione, il trasporto e il controllo del calcestruzzo preconfezionato", predisposte dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Posa in opera

La messa in opera del calcestruzzo comprende le operazioni di movimentazione e getto del materiale nelle apposite casseforme.

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

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a 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 verificino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

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 tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il conglomerato cementizio 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.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di staggie vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di m 2,00, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale; saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a mm 10.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo; ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a mm 10, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malte e betoncini reoplastici a base cementizia a ritiro compensato;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a mm 15.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno cm 0,5 sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento espansivo; queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato, intendendosi il relativo onere compreso e compensato nei prezzi di elenco.

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 cm 50 misurati dopo la vibrazione.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore; è altresì vietato lasciar cadere dall'alto il conglomerato cementizio per un'altezza superiore ad un metro; se necessario si farà uso di tubi getto o si getterà mediante pompaggio. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

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.

In alternativa la Direzione Lavori potrà prescrivere l'adozione di riprese di getto di tipo monolitico. Queste verranno realizzate mediante spruzzatura di additivo ritardante sulla superficie del conglomerato cementizio fresco; dopo che la massa del conglomerato sarà indurita si provvederà all'eliminazione della malta superficiale non ancora rappresa, mediante getto d'acqua, ottenendo una superficie di ripresa scabra, sulla quale si potrà disporre all'atto della ripresa di getto una malta priva di ritiro immediatamente prima del nuovo getto di conglomerato cementizio.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi il normale consolidamento. L'onere di tali accorgimenti è a carico dell'Impresa.

La temperatura del conglomerato cementizio all'atto del getto dovrà essere compresa tra 278° K e 303° K.

Costipamento

Qualsiasi operazione di costipamento deve essere eseguita prima dell'inizio della presa del calcestruzzo.

La compattazione può essere effettuata mediante: vibrazione, centrifugazione, battitura, assestamento.

I calcestruzzi con classi di consistenza S1 e S2, che allo stato fresco sono generalmente rigidi, richiedono una compattazione più energica dei calcestruzzi di classe S3 o S4, aventi consistenza plastica o plastica fluida.

La lavorabilità di un calcestruzzo formulato originariamente con poca acqua, non può essere migliorata aggiungendo acqua.

Tale aggiunta penalizza la resistenza e dà luogo alla formazione di una miscela instabile che tende a segregare durante la messa in opera. Quando necessario possono essere utilizzati degli additivi fluidificanti o, talvolta, superfluidificanti.

Nel predisporre il sistema di compattazione si deve prendere in considerazione la consistenza effettiva del calcestruzzo al momento della messa in opera che, per effetto della temperatura e della durata di trasporto, può essere inferiore a quella rilevata al termine dell'impasto.

Costipamento per vibrazione

Le vibrazioni possono essere applicate al getto attraverso i casseri, oppure direttamente al getto stesso. La forma, le dimensioni e le posizioni di applicazione degli attrezzi vibranti, la frequenza e l'ampiezza delle vibrazioni impiegate, nonché l'entità della massa vibrante, devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche della massa di calcestruzzo da vibrare, alle armature, agli inserti ed alla disposizione di questi nel getto, nonché alla composizione granulometrica del calcestruzzo.

La vibrazione del calcestruzzo va eseguita con particolari cautele al fine di evitare conseguenze dannose (ad es.: la vibrazione locale del getto fresco può generare inconvenienti nelle zone gettate in precedenza, in specie quando si usino le armature per trasmettere al getto le vibrazioni su zone più estese o quando la vibrazione è trasmessa al getto attraverso i casseri).

Analoga cautela va osservata per la durata di applicazione locale della vibrazione onde evitare ogni segregazione dei componenti dell'impasto; un indice dell'inizio di questo fenomeno è la comparsa di acqua sulla superficie del getto. In ogni caso, tale durata non deve superare i 100 secondi.

E' sconsigliato applicare le vibrazioni alle armature.

Costipamento manuale

Per lavori di limitata entità e quando non è possibile l'impiego di mezzi meccanici, il costipamento può essere eseguito manualmente con l'ausilio di pestelli in legno o metallici. In questi casi, onde assicurare l'efficacia del costipamento per strati successivi.

Condizioni speciali di lavorazione

Getti a basse temperature (< +5°C)

Si definisce "clima freddo" una condizione climatica in cui, per tre giorni consecutivi, si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

- la temperatura media dell'aria è inferiore a 5 °C
- la temperatura dell'aria non supera 10°C per più di 12 ore.

Prima del getto si deve verificare che tutte le superfici a contatto con il calcestruzzo siano a temperatura > +5°C.

La neve ed il ghiaccio, qualora presenti, devono essere rimossi immediatamente prima del getto dalle casseforme, dalle armature e dal fondo.

I getti all'esterno devono essere sospesi se la temperatura dell'aria è $\leq 0^{\circ}\text{C}$; tale limitazione non si applica nel caso di Φ in ambiente protetto o qualora siano predisposti opportuni accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori (es. riscaldamento dei costituenti il calcestruzzo, riscaldamento dell'ambiente, etc...).

Il calcestruzzo deve essere protetto dagli effetti del clima freddo durante tutte le fasi di preparazione, movimentazione, messa in opera, maturazione.

Si consiglia di coibentare la cassaforma fino al raggiungimento della resistenza prescritta; in fase di stagionatura, si consiglia di ricorrere all'uso di agenti anti-evaporanti nel caso di superfici piane, o alla copertura negli altri casi, e di evitare ogni apporto d'acqua sulla superficie.

Gli elementi a sezione sottile messi in opera in casseforme non coibentate, esposti sin dall'inizio a basse temperature ambientali richiedono un'attenta e sorvegliata stagionatura. Nel caso in cui le condizioni climatiche portino al congelamento dell'acqua prima che il calcestruzzo abbia raggiunto una sufficiente resistenza alla compressione (5 N/mm^2), il conglomerato può danneggiarsi in modo irreversibile. Il valore limite (5 N/mm^2) corrisponde ad un grado d'idratazione sufficiente a ridurre il contenuto in acqua libera e a formare un volume d'idrati in grado di ridurre gli effetti negativi dovuti al gelo.

Durante le stagioni intermedie e/o in condizioni climatiche particolari (alta montagna) nel corso delle quali c'è comunque possibilità di gelo, tutte le superfici del calcestruzzo vanno protette, dopo la messa in opera, per almeno 24 ore. La protezione nei riguardi del gelo durante le prime 24 ore non impedisce comunque un ritardo, anche sensibile, nell'acquisizione delle resistenze nel tempo.

Nella tabella seguente sono riportate le temperature consigliate per il calcestruzzo in relazione alle condizioni climatiche ed alle dimensioni del getto.

Dimensione minima della sezione [mm ²]			
< 300	300 + 900	900 + 1800	> 1800
Temperatura minima del calcestruzzo al momento della messa in opera			
13 °C	10 °C	7 °C	5 °C
Massima velocità di raffreddamento per le superfici del calcestruzzo al termine del periodo di protezione			
1,15 °C/h	0,90 °C/h	0,70 °C/h	0,45 °C/h

Durante il "periodo freddo" la temperatura del calcestruzzo fresco messo in opera nelle casseforme non dovrebbe essere inferiore ai valori riportati in tabella. In relazione alla temperatura ambiente ed ai tempi di attesa e di trasporto si deve prevedere un raffreddamento di $2 - 5^{\circ}\text{C}$ tra il termine della miscelazione e la messa in opera.

Durante il periodo freddo è rilevante l'effetto protettivo delle casseforme: ad esempio, quelle metalliche offrono una protezione efficace solo se sono opportunamente coibentate.

Al termine del periodo di protezione, necessario alla maturazione, il calcestruzzo deve essere raffreddato gradatamente per evitare il rischio di fessure provocate dalla differenza di temperatura tra parte interna ed esterna. La diminuzione di temperatura sulla superficie del calcestruzzo, durante le prime 24 ore, non dovrebbe superare i valori riportati in tabella. Si consiglia di allontanare gradatamente le protezioni facendo in modo che il calcestruzzo raggiunga gradatamente l'equilibrio termico con l'ambiente.

Getti a temperature elevate ($> 35^{\circ}\text{C}$)

Il clima caldo influenza la qualità sia del calcestruzzo fresco, che di quello indurito. Infatti provoca una troppo rapida evaporazione dell'acqua di impasto ed una velocità di idratazione del cemento eccessivamente elevata. Le condizioni che caratterizzano il clima caldo sono:

- temperatura ambiente elevata
- bassa umidità relativa
- forte ventilazione (non necessariamente nella sola stagione calda)
- forte irraggiamento solare
- temperatura elevata del calcestruzzo.

I potenziali problemi per il calcestruzzo fresco riguardano:

- aumento del fabbisogno d'acqua
- veloce perdita di lavorabilità e conseguente tendenza a rapprendere nel corso della messa in opera
- riduzione del tempo di presa con connessi problemi di messa in opera, di compattazione, di finitura e rischio di formazione di giunti freddi
- tendenza alla formazione di fessure per ritiro plastico
- difficoltà nel controllo dell'aria inglobata.

I potenziali problemi per il calcestruzzo indurito riguardano:

- riduzione della resistenza a 28 giorni e penalizzazione nello sviluppo delle resistenze a scadenze più lunghe, sia per la maggior richiesta di acqua, sia per effetto del prematuro indurimento del calcestruzzo
- maggior ritiro per perdita di acqua
- probabili fessure per effetto dei gradienti termici (picco di temperatura interno e gradiente termico verso l'esterno)
- ridotta durabilità per effetto della diffusa micro-fessurazione
- forte variabilità nella qualità della superficie dovuta alle differenti velocità di idratazione
- maggior permeabilità.

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non deve superare 35°C ; tale limite dovrà essere convenientemente ridotto nel caso di getti di grandi dimensioni.

Esistono diversi metodi per raffreddare il calcestruzzo; il più semplice consiste nell'utilizzo d'acqua molto fredda o di ghiaccio in sostituzione di parte dell' acqua d'impasto. Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo si possono aggiungere additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, preventivamente autorizzati dalla Direzione Lavori.

Getti in acqua

La posa del calcestruzzo deve essere effettuata in modo da eliminare il rischio di dilavamento. I metodi esecutivi dovranno assicurare l'omogeneità del calcestruzzo ed essere tali che la parte di getto a contatto diretto con l'acqua non sia mescolata alla restante massa di calcestruzzo, mentre la parte eventualmente dilavata oppure carica di fanghiglia possa esser eliminata con scalpellatura.

Pertanto al momento del getto il calcestruzzo dovrà fluire quale massa compatta affinché lo stesso sia, dopo l'indurimento, il più denso possibile senza costipazione; dovrà essere data la preferenza a composizioni granulometriche continue; occorre che venga tenuto particolarmente in considerazione il contenuto di materiale fine. Nel caso di getto eseguito con benna entro tubazioni in pressione con rifluimento dal basso, si dovrà procedere in modo che la massa del calcestruzzo sposti l'acqua, lasciando possibilmente costante la superficie di calcestruzzo venuto originariamente a contatto con l'acqua stessa. Non sono consentiti getti diretti in acque aggressive, in specie se con sensibile acidità.

E' consigliabile l'uso di additivi superfluidificanti in modo da ottenere calcestruzzi con rapporto acqua - cemento compreso fra 0,45 e 0,50, che siano ugualmente molto fluidi, coesivi e non segregabili.

Getti contro terra

Il terreno a contatto del getto deve essere stabile o adeguatamente stabilizzato e non deve produrre alterazioni della quantità dell'acqua dell'impasto.

Inoltre non deve presentare in superficie materiale sciolto che potrebbe mescolarsi al calcestruzzo.

In genere si consiglia una opportuna preparazione della superficie del terreno (ad esempio, con calcestruzzo magro per le fondazioni, calcestruzzo proiettato per gallerie, pozzi e muri di sostegno).

I ricoprimenti delle armature devono essere quelli relativi agli ambienti aggressivi.

Interruzione nel lavoro

I getti dovranno essere adeguatamente programmati in modo tale che le interruzioni avvengano in corrispondenza di manufatti compiuti. Qualora ciò non fosse possibile per il sopravvenire di eventi imprevedibili, si dovranno porre in opera tutte le precauzioni (ad es.: uso di ritardanti, resine sintetiche, armature supplementari, ecc.) atte ad escludere qualsiasi

rischio di riduzione della resistenza del calcestruzzo. In proposito dovrà essere interpellata la D.L. per le approvazioni e verifiche necessarie.

In corrispondenza delle interruzioni di getto per travi e solai, il calcestruzzo dovrà essere contenuto entro i casseri da pareti provvisorie: non saranno ammesse interruzioni di getto con calcestruzzo fresco libero nelle sue parti terminali e non opportunamente contrastato da superfici solide.

Nel caso di presenza di falde d'acqua in pressione sarà necessario prevedere l'uso di profili water stop (PVC) per la tenuta idraulica in corrispondenza dell'interruzione di getto.

Le dimensioni, la sagoma ed il tipo dei profili water stop sono soggetti all'approvazione della D.L.

Riprese del getto

Le superfici di ripresa devono essere pulite, scabre e sufficientemente umide.

Le riprese, non previste in fase di progetto, devono essere eseguite in senso pressoché normali alla direzione degli sforzi di compressione, escludendo le zone di massimo momento flettente.

Se una interruzione del getto producesse una superficie di ripresa mal orientata, il conglomerato dovrà essere demolito onde realizzare una superficie opportunamente orientata per la ripresa.

Laddove specificatamente richiesto si dovrà provvedere alla preparazione, previa pulizia delle superfici, con resine epossidiche e collegamento tra il vecchio ed il nuovo getto realizzato con lamiera stirate.

Bagnatura e protezione dei getti

Al fine di assicurare al calcestruzzo le più adatte condizioni termoigrometriche durante la presa e l'indurimento e fino a quando il calcestruzzo non abbia raggiunto il 70% della resistenza prevista nel progetto, si deve ricorrere all'umidificazione delle superfici del getto e/o alla posa di teli di protezione, in particolare quando il getto presenti grandi superfici esposte. Si deve ricorrere alla protezione con teli anche quando ci sia il rischio di dilavamento del getto, in caso di piogge battenti o di essiccamento troppo rapido per un irraggiamento solare eccessivo.

Stagionatura e disarmo

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 giorni, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori. Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento, prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5 - 1,5 kg/m³.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Maturazione accelerata a vapore

La maturazione accelerata a vapore deve essere eseguita osservando le prescrizioni che seguono il disposto del punto 10.7 della Norma UNI EN 206-1:2006:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303° K, dopo le

- prime 4 h dall'impasto non deve superare 313° K;
- il gradiente di temperatura non deve superare 20 K/h;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333° K (i valori singoli devono essere minori di 338° K);
- il calcestruzzo deve essere lasciato raffreddare con un gradiente di temperatura non maggiore di 10 K/h;
- durante il raffreddamento e la stagionatura occorre ridurre al minimo la perdita di umidità per evaporazione.

Disarmo e scasseratura

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

La rimozione delle armature di sostegno dei getti dovrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto stabilito nelle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5/11/1971 n. 1086 (D.M. 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

Protezione dopo la scasseratura

Si richiama quanto previsto dalla norma UNI EN 206-1:2006; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e permeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni della norma UNI EN 206-1:2006.

Prova sui materiali e sul conglomerato cementizio fresco

Fermo restando quanto stabilito al precedente punto riguardo alla resistenza dei conglomerati cementizi, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in ogni momento e quando lo ritenga opportuno, ulteriori campioni di materiali o di conglomerato cementizio da sottoporre ad esami o prove di laboratorio.

In particolare in corso di lavorazione sarà controllata la consistenza, l'omogeneità, il contenuto d'aria, il rapporto acqua/cemento e l'acqua essudata (bleeding).

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di ABRAMS (slump), come disposto dalla Norma UNI EN 12350-2:2009. Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra cm 2 e cm 20. Per abbassamenti inferiori a cm 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la Norma UNI EN 12350-5:2009, o con l'apparecchio VEBÈ secondo la Norma UNI EN 12350-3:2009.

La prova di omogeneità verrà eseguita vagliando ad umido due campioni di conglomerato, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadra da mm 4.

La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni non dovrà differire più del 10%. Inoltre lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm 3.

La prova del contenuto d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante e comunque dovrà essere effettuata almeno una volta per ogni giorno di getto. Essa verrà eseguita secondo la Norma UNI EN 12350-7:2009.

Il rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio fresco dovrà essere controllato in cantiere, secondo la Norma UNI EN 206-1:2006, almeno una volta per ogni giorno di getto.

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

Sul conglomerato cementizio indurito la Direzione Lavori potrà disporre la effettuazione di prove e controlli mediante prelievo di carote e/o altri sistemi anche non distruttivi quali ultrasuoni, misure di pull out, contenuto d'aria da aerante, ecc.

Provini

- a) prova del cono di cui alla EN 12350-6:2009;
- b) prova del dosaggio di cemento di cui alla EN 12350-6:2009;
- c) prova del contenuto d'aria di cui alla UNI EN 12350-7:2009;
- d) prova del contenuto d'acqua;

- e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
- f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
- g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.

Determinazione del diametro massimo degli inerti

La determinazione del diametro massimo degli inerti verrà effettuata come segue:

Dalla massa di calcestruzzo da esaminare si prelevano circa 10 Kg di materiale. Tale quantità, dopo la pesatura (sia P il peso), verrà posta in un vaglio, con diametro dei fori corrispondente al diametro massimo nominale D dell'inerte, e setacciata in acqua. Il residuo del vaglio sarà scolato e pesato (sia p il peso).

La percentuale di elementi d'inerte con diametro D, di valore $p/P \times 100$, non dovrà superare il 3% (residuo al vaglio).

Nella misura dei pesi P e p è accettato un errore non superiore allo 0,2%.

La prova deve essere eseguita entro 30 minuti dal prelievo di calcestruzzo, a meno che non vengano impiegati ritardanti di presa.

Il controllo deve essere eseguito ogni qualvolta vari la provenienza e/o la qualità degli inerti.

H - Stati superficiali del getto

Dopo che ogni singola parte sia stata disarmata, le superfici dei getti, previo benestare della Direzione dei Lavori, andranno regolarizzate in modo da togliere eventuali risalti e sbavature, riempire i vuoti e riparare parti eventualmente non perfettamente riuscite.

Le superfici faccia a vista dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- avere un colore uniforme proprio del calcestruzzo solido; non sono consentiti schiarimenti dovuti a separazione della calce, screziature o corpi estranei;
- essere continue, quindi prive di nidi di ghiaia o di sabbia, pori d'aria, zone magre, screpolature di ritiro o di assestamento, danni del gelo o degli additivi antigelo, scarpellature e fessure, perdite di sabbia in superficie (irruvidimenti), distacchi della pellicola di cemento, presenza di alghe, funghi, macchie di olio, fuliggine, ruggine e simili, presenza di corrosioni dovute sia agli acidi che all'aggressione di solfati e simili, ecc.

I - Classificazione degli stati superficiali

Le superfici di conglomerato cementizio in relazione al loro grado di finitura, conseguente anche alle classi di casseforme impiegate, possono essere delle seguenti quattro classi, con i requisiti appresso indicati:

A (speciale);

B (accurata);

C (ordinaria);

D (grossolana).

Qualora non diversamente e particolarmente disposto le superfici di conglomerato cementizio normale dovranno corrispondere almeno alla classe B, se faccia a vista alla classe A.

Planarità generale

L'errore percentuale di planarità "d" misurato mediante un regolo lungo 3 m posto sulla superficie da controllare, viene espresso da:

$$d = h/L$$

h = massima altezza rilevata tra la superficie del calcestruzzo e la base del regolo, espressa in millimetri

L = lunghezza del regolo, espressa in millimetri.

Per le classi previste, l'errore di planarità non dovrà essere superiore a:

Classe A - $d = 0.4\%$

Classe B - $d = 0.6\%$

Classe C - $d = 1.0\%$

Planarità locale

L'errore di planarità locale "e" viene misurato mediante un regolo di 20 cm, comunque posto sulla superficie da controllare, rilevando i valori massimi delle sporgenze e delle rientranze.

Per le classi previste, l'errore di planarità locale non dovrà essere superiore a:

Classe A - $e = 3 \text{ mm}$

Classe B - $e = 6 \text{ mm}$

Classe C - $e = 10 \text{ mm}$

Gradini dovuti al posizionamento dei casseri

Qualora tra singole zone di una superficie di conglomerato cementizio vi siano differenze di altezza, appositamente predisposte o fortuite, lo scarto "f" sulla differenza progettuale di altezza tra le zone (per superfici piane la differenza progettuale è zero) non dovrà essere, per le classi previste, superiore a:

Classe A - $f = 3 \text{ mm}$

Classe B - $f = 6 \text{ mm}$

Classe C - $f = 10 \text{ mm}$

Giunti tra elementi

I giunti tra gli elementi di conglomerato cementizio, siano essi effettivi o fittizi, dovranno essere rettilinei ed avere larghezza uniforme con la tolleranza qui sotto specificata. Rilevato su ciascun elemento lo scarto massimo rispetto allo spigolo rettilineo teorico, si definisce errore totale sul giunto la somma dei valori assoluti degli scarti massimi rilevati.

L'errore totale ammesso "g" è, per le classi previste, il seguente, ove "L" è la larghezza progettuale del giunto:

Classe A - $g = 0.3 L$

Classe B - $g = 0.5 L$

Classe C - $g = 0.7 L$

con un valore max, però, rispettivamente di:

Classe A - 8 mm

Classe B - 10 mm

Classe C - 15 mm

Distanza fra i motivi decorativi

Il rapporto "r" tra la distanza reale e la distanza teorica tra i motivi decorativi previsti in progetto dovrà essere, per le classi previste, compreso tra i seguenti valori:

Classe A - $r = 0.9 / 1.1$

Classe B - $r = 0.7 / 1.3$

Classe C - $r = 0.5 / 1.5$

L - Tolleranze

I getti dovranno essere eseguiti con le seguenti tolleranze massime accettabili, fermo restando quanto stabilito ai punti precedenti sulla classificazione degli stati superficiali del calcestruzzo.

- ✓ fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;
- ✓ lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi sarà inferiore alla tolleranza max di 30 mm;

- ✓ il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/200 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Art. 30 Impermeabilizzazione manufatti in cls

MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE REALIZZATO CON MEMBRANA ELASTICA CONTINUA IN MATERIALE SINTETICO EPOSSIPOLIURETANICO SPRUZZATA IN OPERA

La superficie in calcestruzzo da trattare dovrà risultare priva di prodotti disarmanti, come residui di boiaccia, di eventuali residui di impermeabilizzazione preesistente ed altro. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, come pure quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato. A questi interventi preparatori dovrà seguire una accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

Come modalità di applicazione si provvederà, al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto, alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra 0,20 e 0,25 kg/m².

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretanic elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di 2,9÷3,1 kg/m² (spessore secco 2,5 mm) tale da garantire una elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non verrà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 10° C.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature $\geq 20^{\circ}\text{C}$, dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m².

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 Mpa in permeometro, a 333° K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

IMPERMEABILIZZAZIONE REALIZZATA CON GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine preformate bitume-polimero, a base di bitume distillato, plastomeri, elastomeri e armatura in tessuto non tessuto di poliestere puro a filo continuo da non meno di 250 g/m². Non è ammesso in nessun caso tessuto non tessuto realizzato da cascami o da fiocco

L'Appaltatore dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e il Appaltatore dovrà allontanarli a sua cura e spese.

Per le modalità di preparazione delle solette valgono le prescrizioni dei precedenti punti.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

I teli saranno posati con sormonto di 10cm longitudinalmente e 15cm trasversalmente, saldati a fiamma di gas propano al piano di posa e quindi risvoltati verso l'alto sui cordoli ed incollati a fiamma sulle parti verticali e/o orizzontali per una lunghezza di almeno 15cm misurata a partire dalla pavimentazione carrabile. Il lembo esterno della guaina sarà infine

saldato al cls a mezzo di mastice bituminoso.

In corrispondenza del punto d'incontro soletta-cordolo sarà curata la sede di appoggio della guaina creando un cordone d'angolo in cls o in malta di lato pari a 5,00 cm.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

Metodo di posa n° 1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta.

Metodo di posa n° 2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti la adesione della guaina al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1,00 MPa in permeometro, a 333° K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Art. 31 Rivestimenti delle sezioni d'alveo dei canali

Detto rivestimento è realizzato tramite l'impiego di conglomerato cementizio di tipo pozzolanico dello spessore finito di cm. 20 sulle sponde e di cm. 25 sul fondo, con resistenza caratteristica, a 28 giorni di maturazione, maggiore o uguale a RK 250 Kg/cm².

Il rivestimento sarà armato con rete elettrosaldata in acciaio, con maglie di cm. 20x20, del diametro di mm. 10 e sarà appoggiato su un sottofondo di magrone Rck 100 Kg/cm² dello spessore medio di 5 cm.

Le specchiature avranno una lunghezza uniforme di m 3 e saranno dotate di giunti di dilatazione (tipo water stop) opportunamente realizzati tramite l'impiego di cordoli a sezione rettangolare (25x20 mm) composti da una miscela di gomma butilica (25%) e bentonite di sodio (75%) ; nonché di fori, nel n° di tre, per mq aventi la funzione di dreno.

L'Impresa, preventivamente alla costruzione dei rivestimenti, deve provvedere, a propria cura e spese in quanto compensati nel prezzo di elenco, alla interclusione temporanea del canale mediante tura in terra ed ausilio di idonee motopompe da rimuoversi a rivestimento eseguito, all'esaurimento delle acque dai cavi di qualsiasi natura, quantità e provenienza, sia alla eliminazione delle materie melmose dal fondo, sia allo scavo ed alla preparazione dei piani di posa del conglomerato cementizio e trattamento dei medesimi con idonea miscela chimica antivegetativa, sia allo spolvero in cemento puro, in quantità non inferiore a 4 Kg/m² di superficie, lisciato con frattazzo prima dell'indurimento del getto.

Dai sopraelencati oneri resta esclusa l'eventuale fornitura e posa in opera di materiale arido a risanamento del fondo e/o delle sponde, che verrà impiegato a discrezione della Direzione dei Lavori. Detti rivestimenti si intendono eseguiti in opera, salvo le specchiature di sponda, che potranno essere realizzate, senza alcuna maggiorazione di compenso rispetto al prezzo relativo, in elementi prefabbricati, preventivamente accettati dalla Direzione dei Lavori e conformi alle norme di cui al D.M. LL.PP. Min. 03/12/1987 e successive modifiche.

L'Impresa dovrà prestare massima attenzione al livello della falda acquifera ed applicare, a propria cura e spesa, tutti gli accorgimenti necessari per evitare il galleggiamento delle strutture di rivestimento.

Art. 32 Giunti

La ripresa dei giunti di impermeabilizzazione (tipo water stop) nel rivestimento in calcestruzzo del canale, o la realizzazione dei giunti di dilatazione, dovrà essere effettuata mediante la messa in opera di un cordolo bentonitico

sigillante a sezione rettangolare delle dimensioni minime di mm 20x25 composto da una miscela di gomma butilica e bentonite sodica delle seguenti caratteristiche tecniche e fisiche:

- Composizione miscela: gomma butilica 25% , bentonite sodica 75%
- Peso specifico: > 157 gr/cm³
- Espansione a contatto acqua: 6 volte il volume iniziale
- Spinta di rigonfiamento: 6 Kg/cm²
- Cessione di sostanze tossiche all'acqua: negativa

Prima dell'applicazione del cordolo il piano di appoggio dovrà essere ripulito da polvere o materiale incoerente.

Il cordolo sarà inchiodato alla superficie avendo cura di posizionarlo ad una distanza non inferiore a 5-8 cm dalla superficie esterna.

La continuità del cordolo avverrà per semplice accostamento dei capi terminali con una sovrapposizione pari a 5 volte la sua larghezza maggiore.

Qualora accettato dalla Direzione dei Lavori potrà essere disposta anche l'esecuzione di giunti con diverse caratteristiche tecniche, ferma restando l'invariabilità del prezzo in elenco.

Art. 33 Opere murarie

a) Malte cementizie

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la composizione delle malte ed i rapporti di miscela dovranno corrispondere alle prescrizioni del Capo "Qualità e provenienza dei materiali", alle relative voci di elenco prezzi per i vari tipi di impasto, ed alle disposizioni impartite all'atto pratico dalla Direzione Lavori.

La dosatura dei componenti delle malte sarà realizzata con mezzi idonei a garantirne l'esatta misurazione; l'Appaltatore dovrà fornire tali mezzi e mantenerli efficienti a sua cura e spese. L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici oppure, per piccole quantità, a mano su piani perfettamente puliti.

Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato.

I residui degli impasti che non avessero avuto per qualsiasi ragione immediato impiego dovranno essere portati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune aerea, che potranno essere utilizzati nell'intera giornata del loro confezionamento.

b) Muratura di mattoni

I mattoni all'atto dell'impiego dovranno essere abbondantemente bagnati sino a saturazione e dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessioni dello spessore di circa mm. 10 riempite completamente con malta e alternate in corsi ben regolarizzati e rettilinei.

c) Rinzaffi ed intonaci

Prima dell'esecuzione degli intonaci si avrà cura di pulire bene la superficie da intonacare rimuovendo tutta la polvere e, dove occorra, asportando le parti poco aderenti mediante spazzola di acciaio; ciò fatto si bagnerà convenientemente la parte in modo da renderla satura di acqua indi si eseguirà il rinzaffo, regolarizzando lo strato con un lungo regolo in modo da ottenere uno spessore costante ed una superficie piana.

Affinché l'intonaco non secchi troppo rapidamente, dando luogo a fenditure, lo si bagnerà frequentemente con acqua mediante pompe inaffiatrici se è applicato su pareti verticali o inclinate, mentre lo si coprirà con uno strato di sabbia umida per una settimana circa se è eseguito su una superficie orizzontale.

L'intonaco dovrà essere costituito da un primo strato di malta cementizia (rinzaffo) avente uno spessore di 15 mm., composto da malta di cemento magra (Kg 400 per mc. di sabbia) e da un secondo strato (arricciatura) avente uno spessore di 5 mm, composto da malta di cemento grassa (Kg. 600 per mc. di sabbia), da successiva spolveratura della superficie con cemento e superiore lisciatura a cazzuola.

La posa in opera del conglomerato sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificato i piani di posa.

Art. 34 Tubazioni, cavi, e manufatti fognari

L'Appaltatore provvederà direttamente all'approvvigionamento di tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei lavori ed alla loro messa in opera, rimanendo responsabile e garante che questi abbiano i requisiti prescritti ai relativi articoli del Capo III del presente Capitolato.

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le altre manovre sui materiali dovranno essere eseguite con la maggior cura possibile, in modo da evitare rotture, incrinature e danneggiamenti in genere dei materiali e del loro rivestimento.

In ogni caso tutti gli eventuali danni subiti dai materiali saranno a carico dell'Appaltatore, il quale dovrà sostenere le spese necessarie alla riparazione o sostituzione di quelli danneggiati, senza possibilità di rivalsa alcuna nei confronti della Stazione Appaltante.

Una volta che l'Appaltatore abbia approvvigionato sul cantiere i materiali occorrenti, ne rimarrà comunque unico responsabile a tutti gli effetti per la loro custodia contro le eventualità di furti, danneggiamenti ed atti vandalici.

L'Appaltatore dovrà dunque approntare apposite aree di cantiere recintate dove stoccare i materiali approvvigionati, alcuni dei quali (ad esempio guarnizioni, valvole ecc.) dovranno essere accatastate in ambienti che garantiscano riparo da luce, sbalzi termici ed umidità.

I materiali eventualmente danneggiati o trafugati, dovranno essere prontamente reintegrati dall'Appaltatore a sua cura e spese delle identiche marche e caratteristiche di quelli non più utilizzabili.

Particolare attenzione dovrà porre l'Appaltatore durante le operazioni di cablaggio dei tubi, affinché non vengano deteriorati i rivestimenti protettivi e danneggiate le testate dei tubi stessi.

Nelle operazioni di posa deve evitarsi nel modo più assoluto che all'interno della condotta si introducano corpi estranei di qualunque natura e tipo, od anche che venga danneggiata la superficie interna dei tubi.

A tal fine gli estremi della tubazione posata dovranno essere accuratamente sigillati durante l'interruzione del lavoro; inoltre è necessario che vengano presi adatti provvedimenti affinché nella eventualità di allagamento dello scavo, la tubazione non possa galleggiare.

Dopo il calaggio nello scavo gli eventuali spostamenti della condotta dovranno essere eseguiti con i mezzi più idonei, atti in particolare a non pregiudicare i rivestimenti, e rispettando comunque tutte le prescrizioni che saranno all'uopo impartite dalla Direzione Lavori.

All'interno di manufatti e cunicoli di protezione le condotte saranno poste su platee in cls. o sostegni in muratura con interposizione di materiale plastico dielettrico per la salvaguardia dei rivestimenti.

L'Appaltatore dovrà inoltre fornire gli attrezzi ed il materiale vario necessario per la completa esecuzione delle opere, nonché l'assistenza di uno o più operai durante i lavori di giunzione dei tubi, prove idrauliche e collegamenti alle reti esistenti (qualora tutte queste ultime operazioni vengano effettuate da personale dell'a Stazione Appaltante).

Le suddette prestazioni saranno retribuite con le apposite voci previste nell'Elenco Prezzi.

In questo caso l'Appaltatore, una volta presi in carico i materiali, ne rimarrà unico responsabile a tutti gli effetti per la loro custodia contro l'eventualità di furti, danneggiamenti ed atti vandalici fino al termine dei lavori, allorquando i materiali non impiegati dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante.

L'Appaltatore dovrà dunque approntare apposite aree di cantiere recintate dove stoccare i materiali presi in carico, alcuni dei quali (ad esempio guarnizioni, valvole ecc.) dovranno essere accatastate in ambienti che garantiscano riparo da luce, sbalzi termici ed umidità.

I materiali eventualmente danneggiati o trafugati a causa del non perfetto stoccaggio o dell'incuria dell'Appaltatore, dovranno da questi essere prontamente reintegrati a sua cura e spese delle identiche marche e caratteristiche di quelli non più utilizzabili.

A) - TUBAZIONI E PEZZI SPECIALI IN ACCIAIO PER FOGNATURE CON APPESANTIMENTO ANTIROCCIA

La posizione esatta in cui devono essere posti i pezzi speciali e gli apparecchi, deve essere riconosciuta e approvata dal Direttore dei Lavori.

Conseguentemente resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua.

Questa deve essere formata con massimo numero di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

Resta quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubo ove non sia strettamente necessario. Qualora venisse riscontrato l'impiego non necessario di spezzoni di tubo, l'Appaltatore dovrà a tutte sue spese, rifare i lavori correttamente, e saranno a suo carico tutti gli eventuali compensi per danni all'Amministrazione.

Prima di essere posto in opera ciascun tubo o spezzone, pezzo speciale ed apparecchio, deve essere, a piè d'opera accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro elemento estraneo e verificati i rivestimenti (esterno – interno) e nella operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura.

Gli estremi della condotta posata devono essere tappati accuratamente, durante le interruzioni del lavoro, con tappi od altri accorgimenti sicuri.

I tubi, pezzi speciali ed apparecchi, devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, evitando urti, cadute ecc.

I singoli elementi saranno calati il più vicino possibile al posto che dovranno avere in opera.

Quando siano state raggiunte le profondità di scavo prescritte, l'Impresa farà porre e quotare con canne metriche e livello a cannocchiale dei picchetti nei punti del fondo scavo che corrispondono ai cambiamenti.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo del cavo.

Il fondo dei cavi sia esso in terra che in roccia non dovrà presentare rilievi od infossature superiori a 5 cm.

In taluni casi potrà essere ordinato che attorno ai tubi venga costruito apposito cassonetto, esteso a tutta la larghezza del cavo, poggiante sul letto di posa di cui si è detto e ricoprente la generatrice superiore del tubo per una altezza minima di cm. 10.

L'eventuale fornitura e spandimento di pietrisco sul piano di posa per la formazione del cassonetto verrà compensata a parte con il relativo prezzo unitario di elenco, per una larghezza pari alla larghezza dello scavo previsto, non tenendo conto dell'eventuale maggior scavo eseguito dall'Impresa.

Sul fondo dei cavi, nel caso in cui non è necessario il letto di pietrischetto, in corrispondenza dei bicchieri dei tubi, si eseguiranno apposite incavature di dimensioni tali da consentire che i tubi possano essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza..

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottate tutte le necessarie cautele per evitare danni agli elementi di condotta posata.

Si impedirà quindi, con le necessarie cautele durante i lavori, e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi ecc. che possono danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, senza comunque interessare i giunti, che verificandosi nonostante ogni precauzione, l'inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possono essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

Trasportati i tubi a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguirsi, proceduto alla rettifica del fondo del cavo e alla eventuale formazione del letto di pietrisco, eseguita la pulizia dei tubi ed il loro preventivo controllo, gli stessi verranno calati nelle trincee.

Tutte queste operazioni verranno eseguite secondo le prescrizioni precedentemente indicate.

Eseguita la giunzione dei tubi ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti già fissati con gli appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico e altimetrico stabilito nei profili approvati dalla Direzione Lavori con le varianti che potranno essere disposte dalla Direzione stessa.

In particolare non saranno tollerate contropendenze in corrispondenza dei punti in cui non sono stati previsti sfiati e scarichi.

Nel caso che nonostante tutto questo si verificasse, l'Appaltatore dovrà sottostare a tutti quei maggiori oneri che, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quello di rimuovere la canalizzazione già posata e ricostruirla nel modo prescritto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale; la pendenza minima ammessa è dello 0,003 (tre per mille).

Gli assi dei tubi consecutivi devono essere rigorosamente disposti sulla stessa retta. Sono solo consentite deviazioni sino ad un massimo di circa 5 gradi, allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio.

I tubi devono essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza. Il taglio dei tubi di qualsiasi natura e diametro dovrà essere fatto con i mezzi più idonei che assicurino l'integrità della parte del tubo che rimarrà in opera o da ricollocare.

Il taglio dovrà risultare secondo la generatrice ortogonale all'asse del tubo, senza rientranze e sporgenze rispetto al piano ideale passante per quella sezione. Per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle pareti delicate.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

- I manicotti e pezzi a T per scarichi e sfiati saranno situati in opera disponendo orizzontalmente o verticalmente la rispettiva diramazione, alla quale va unita una saracinesca di scarico o di sfiato. ;
- I pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera a perfetta squadra rispetto all'asse della condotta con l'attacco orizzontale o verticale, a seconda di ciò che prescriverà la Direzione Lavori.

Per passare da un diametro all'altro si impiegheranno le riduzioni tronco coniche che si raccorderanno alle tubazioni.

Di seguito riportiamo ulteriori prescrizioni per la posa in opera:

1) Sfilamento dei tubi

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta al "piè d'opera" lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere è consigliabile effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo, sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazioni sia, in generale, per una più vantaggiosa organizzazione della posa.

Si abbia cura di depositare i tubi lungo il tracciato ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio.

E' assolutamente da evitare lo sfilamento effettuato mediante trascinamento dei tubi sul terreno.

2) Larghezze di scavo

Le larghezze di scavo consigliate sono quelle risultanti dalle larghezze normalizzate delle benne, prevedendo il necessario margine di 20 - 30 cm. ai due lati dei tubi.

Pertanto, in modo indicativo, le larghezze di scavo possono essere così previste:

DN mm.	L m.
60 - 80	0,6
100 - 250	0,80
DN>250	DN + 0,50

E' opportuno accumulare il terreno di risulta dallo scavo dalla parte opposta ad una distanza di almeno 2 m dal bordo scavo - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati sfilati i tubi: ciò allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi.

E' assolutamente vietato l'accumulo del materiale scavato al bordo scavo.

3) Altezze di rinterro

Le profondità di posa dei tubi sono generalmente indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" stabilite in fase di progettazione.

4) Letto di posa

Lo spessore di questo "letto", ove previsto, realizzato con materiale granulare sciolto (sabbia, pietrisco fine, terra opportunamente vagliata) non deve essere inferiore a 10 cm. nel punto corrispondente alla generatrice inferiore del tubo.

E' consigliabile realizzare un arco di appoggio di circa 60°.

5) Reinterro della trincea

Il reinterro della trincea deve essere effettuato utilizzando terreno sciolto, privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a 20 cm. sopra la generatrice superiore del tubo.

Il reinterro deve essere accuratamente costipato ai lati del tubo e poi al di sopra, possibilmente per tutta l'altezza della trincea, in strati successivi di 20 - 30 cm.

6) Montaggio dei tubi con giunto (all'unione con tubazioni in PVC, o altro materiale)

Livellare il piano di posa con gli appositi traguardi in funzione delle "livellette" di progetto.

Il fondo dello scavo non deve presentare eccessive irregolarità.

In particolare è necessario evitare che le tubazioni poggino su sporgenze rocciose o su pietre.

Durante il calo, evitare urti molto violenti contro il fondo e le pareti dello scavo.

Si consiglia di procedere al montaggio tenendo il bicchiere rivolto verso la direzione di posa della condotta (lo stesso orientamento con il quale i tubi saranno stati sfilati).

E' da notare che non vi è interdipendenza fra la direzione di flusso dell'acqua e quella del bicchiere.

Pulire accuratamente l'interno del bicchiere, particolarmente la sede della guarnizione, da eventuali residui di vernice, terra, sabbia, ecc.

Pulire l'estremità liscia del tubo da imboccare e lubrificare con l'apposita pasta.

Servendosi di un apposito calibro, tracciare sull'estradosso del tubo una linea di fede.

La distanza della linea di fede dall'estremità liscia del tubo deve essere inferiore di 5 - 10 mm. alla profondità del bicchiere corrispondente.

Questo "gioco" all'interno del bicchiere ha lo scopo di assicurare la discontinuità elettrica e meccanica della condotta.

Introdurre la guarnizione nella sua sede con le labbra rivolte verso il fondo del bicchiere.

Verificare che la guarnizione sia correttamente compresa su tutta la circonferenza della sua sede, quindi lubrificare con l'apposita pasta.

La sede della guarnizione non deve essere lubrificata, tranne che per i tubi di piccolo diametro.

A giunzione avvenuta è buona norma controllare lungo tutto l'estradosso, con uno spessimetro, il perfetto alloggiamento della guarnizione, al fine di verificare l'eventuale formazione di ernie che pregiudicherebbero la tenuta.

7) Collaudo idraulico in cantiere

Le lunghezze dei tronchi da collaudare sono indicate dal Direttore dei Lavori e variano in funzione dei diametri nominali, del tipo di impianto, dell'altimetria della condotta.

E' consigliabile in genere, quando possibile, adottare il criterio pratico di collaudare tronchi aventi alle estremità nodi o punti caratteristici della condotta, quali incroci, diramazioni, sfiati, scarichi; questo accorgimento consente di avere a disposizione i raccordi ai quali collegare le apparecchiature occorrenti alla prova idraulica.

In questo caso, quando manchino saracinesche di linea a cura e spese dell'Impresa, può essere realizzato il sezionamento del tronco da collaudare interponendo temporaneamente fra due flange piane, un disco in acciaio.

Se le estremità delle condotte non sono costituite, come detto al paragrafo precedente, da raccordi utilizzabili in via definitiva, occorre chiudere provvisoriamente le estremità della condotta con gli opportuni raccordi a flangia (tazza o imbocco).

La flangia terminale del raccordo deve essere chiusa con un piatto di chiusura avente un foro filettato.

Nelle normali condizioni di posa dentro lo scavo, è necessario coprire ogni tubo per circa 2/3 della sua lunghezza con un cumulo (cavalotto) di terra.

L'altezza del ricoprimento può essere fissata con criterio pratico secondo il diametro della condotta e la profondità del piano di posa.

E' necessario lasciare completamente scoperti e visibili i giunti.

Scopo del reitero parziale è quello di impedire che le spinte generate da impercettibili deviazioni angolari dei tubi provochino spostamenti orizzontali o verticali.

Prima di procedere al riempimento della condotta, i raccordi corrispondenti alle estremità, alle curve planimetriche ed altimetriche, alle diramazioni ed alle variazioni di diametro devono essere opportunamente puntellati basandosi sui valori delle spinte corrispondenti alle pressioni di collaudo e sulle caratteristiche di resistenza del terreno.

Prima di eseguire gli ancoraggi definitivi in muratura, nella maggior parte dei casi pratici può essere raccomandabile effettuare puntellamenti provvisori sulle pareti dello scavo a mezzo di carpenteria in legno o in ferro (per esempio: puntelli

di ferro telescopici regolabili in lunghezza, martinetti idraulici): ciò allo scopo di facilitare lo smontaggio della condotta nel caso di eventuali perdite.

Per equilibrare la spinta longitudinale sul terminale della condotta può rendersi talvolta opportuno costruire un blocco trasversale in calcestruzzo.

E' buona pratica in tale caso prevedere nel blocco stesso un foro per il successivo passaggio, in prosecuzione, della condotta.

Nel caso di raccordi collegati a valvola di interruzione in linea, i raccordi stessi devono essere opportunamente ancorati mediante apposite staffe metalliche collegate alle murature del pozzetto, allo scopo di contrastare le spinte idrostatiche, derivanti dalla differenza di pressione monte-valle della valvola, generate dalla sua chiusura.

Nella fase di riempimento della condotta l'acqua va immessa preferibilmente dall'estremità a quota più bassa del tronco: ciò per assicurarne il regolare deflusso e la fuoriuscita dell'aria dall'estremità alta.

Il piatto di chiusura del raccordo sull'estremità alta deve essere forato nel punto più alto corrispondente alla sezione interna del tubo e munito di rubinetto di spurgo.

In modo analogo occorre assicurare lo spurgo dell'aria in eventuali punti di colmo (sfiati) intermedi della tratta da provare e, in alcuni casi, in corrispondenza delle variazioni di diametro.

L'immissione dell'acqua deve essere fatta ad una discreta pressione (5-6 bar almeno) collegando la condotta alla rete già in esercizio.

Nella fase di riempimento occorre tenere completamente aperti i rubinetti di sfiato.

Si consiglia di lasciare l'acqua fuoriuscire dai rubinetti per il tempo necessario affinché all'interno della condotta non vi siano residue sacche d'aria.

Eventuali sacche d'aria all'interno della condotta renderebbero praticamente impossibile la messa in pressione.

In caso di necessità possono realizzarsi punti di sfiato mediante foratura della condotta in corrispondenza della generatrice superiore e posa in opera di "staffe a collare".

Ad avvenuto riempimento della condotta disporre, preferibilmente nel punto più basso di essa, la pompa di prova a pistone o a diaframma (del tipo manuale o a motore) munita del relativo manometro ad orologio o registratore se richiesto.

La pompa se posta nel punto di immissione principale (collegamento alla rete, ecc.), va collegata mediante apposita diramazione e relative valvole di intercettazione, allo scopo di poter effettuare ulteriori riempimenti della condotta senza perdite di tempo per disconnessioni temporanee.

Agendo sulla leva della pompa (o sull'accensione del motore) mettere la condotta in carico fino al raggiungere della pressione di collaudo richiesta.

Se la condotta è stata riempita in modo completo, se ogni sacca d'aria è stata eliminata, la pressione di collaudo può essere raggiunta in pochi minuti.

Specie nel periodo estivo e sulle condotte sottoposte ai raggi solari nelle ore più calde della giornata, controllare il manometro, scaricando se necessario con l'apposita valvola della pompa l'eventuale aumento di pressione oltre i valori richiesti.

Le ulteriori modalità di collaudo e la sua durata sono normalmente indicate nei capitolati d'appalto e non sono generalizzabili.

Dopo il raggiungimento della pressione richiesta, ispezionare la condotta per accertare che non vi siano in atto spostamenti dei puntelli o degli ancoraggi in corrispondenza dei punti caratteristici della condotta.

Dopo avere accertato l'inesistenza di perdite o trasudamenti e la stabilità del manometro, secondo le indicazioni stabilite dal capitolato d'appalto, si può provvedere al reinterro totale della condotta.

Si sconsiglia di tenere la condotta vuota per lungo tempo: un eventuale allagamento dello scavo potrebbe provocare il sollevamento totale o parziale della tubazione per effetto idrostatico.

8) Il taglio in cantiere

Può essere frequente, la necessità di tagliare tubi di lunghezza standard per ricavarne dei tronchetti o spezzoni.

Ciò può avvenire, per esempio, in corrispondenza di camerette di scarico, sfiato, diramazioni, prese, camere di manovra di

serbatoi ecc., e di deviazioni angolari.

Questi tagli vengono generalmente effettuati fuori scavo.

Invece, nel caso di interventi di vario genere su condotte già interrate, quali ad esempio riparazione e sostituzione di tubi, innesti di nuovi tronchi, ecc., i tagli devono essere fatti all'interno dello scavo.

Il taglio dei tubi può essere effettuato per mezzo dei comuni attrezzi "tagliatubi" a catena, a rotelle, a scalpelli, (utensili adatti per acciaio e ghisa sferoidale), o con troncatrici a disco che saranno conformi a normativa anti-infortunistica e dotati di marchio CE.

I tempi di taglio variano, ovviamente, in funzione del diametro dei tubi e del loro spessore e sono ampiamente influenzati dal grado di funzionalità dell'attrezzo e di efficienza della mano d'opera.

Prima delle operazioni **verifica delle dotazioni e disposizioni per normativa anti-infortunistica e attrezzature idoneamente "certificate"**.

Vengono riportate qui di seguito le modalità di taglio con tagliatubi:

- I) prima di procedere al taglio, verificare la circolarità della sezione da tagliare.
- II) controllo può essere eseguito con la controflangia di un raccordo o con un compasso;
- II) nel caso di taglio fuori scavo, disporre il tubo su appoggi abbastanza alti da consentire la libera e completa rotazione del tagliatubi; bloccare il tubo in modo da impedire la rotazione sotto l'azione del tagliatubi.
Il bloccaggio può essere facilmente ottenuto con una chiave a catena.
In caso di taglio di tubi già posti nello scavo, praticare una nicchia sufficientemente ampia al disotto del punto da tagliare;
- III) dopo aver segnato sul tubo la sezione da tagliare, disporvi il tagliatubi serrando moderatamente il vitone;
- IV) ruotare più volte, alternativamente in senso orario e antiorario, il tagliatubi in modo da disporre le rotelle in un unico solco su un piano perfettamente ortogonale all'asse del tubo ed evitare che le rotelle si "avvitino" intorno al tubo;
- V) serrare fortemente il vitone del tagliatubi con l'apposita leva a testa dentata in modo che le rotelle aderiscano al tubo con la giusta pressione, tale da produrre l'incisione della parete, ma senza che la rotazione del tagliatubi sia resa eccessivamente difficile;
- VI) Ruotare di un giro completo il tagliatubi (o alternativamente, più volte, nel caso in cui la forma del taglia tubi non consenta la rotazione completa) fino a ridurre sensibilmente la resistenza di attrito delle rotelle sul tubo;
- VII) stringere nuovamente il vitone del tagliatubi con le modalità indicate al punto VI) e ripetere le operazioni fino ad ottenere il taglio del tubo.

Dopo il taglio è raccomandabile eseguire sulle estremità risultanti dal taglio stesso alcuni controlli ed eventuali lavorazioni di facile esecuzione e di costo molto limitato.

Lo scopo è quello di porre le estremità risultanti dal taglio nelle stesse condizioni di controllo dimensionale e di qualità che vengono assicurate in stabilimento ai tubi di lunghezza standard.

Le operazioni da effettuare in cantiere sono:

- Spazzolatura dell'eventuale strato di ossidazione esterno
- Smussatura del bordo esterno dell'estremità liscia da montare (solo per montaggio con giunto Rapido)
- Rettifica della eventuale ovalizzazione.

Vengono date qui di seguito le modalità esecutive delle operazioni predette.

La superficie esterna dello spezzone, in prossimità dell'estremità risultante dal taglio, potrebbe presentare un leggero strato di ossido interposto fra la parete metallica e la vernice esterna.

Questo strato di ossido può avere una certa permeabilità iniziale, provocando capillari filtrazioni in corrispondenza del giunto.

E' quindi necessario eliminarlo mediante spazzola metallica manuale o circolare rotativa azionata elettricamente o ad aria compressa.

La spazzolatura deve interessare soltanto la sottile pellicola esterna di ossidazione senza intaccare la parete metallica. E' pertanto assolutamente sconsigliato l'impiego di mole abrasive.

La zona da spazzolare deve avere una larghezza pari alla profondità del bicchiere corrispondente.

Può essere consigliabile ripristinare, con vernice a base di catrame o bitume, lo strato di rivestimento esterno.

Solo nel caso di spezzoni da montare in bicchieri di tubi con giunto è necessario procedere alla smussatura del bordo esterno dell'estremità tagliata altrimenti l'introduzione forzata dell'estremità a spigolo vivo potrebbe danneggiare la guarnizione in gomma.

Per il giunto l'operazione può essere limitata alla semplice eliminazione di eventuali "bave" da taglio.

La smussatura può essere fatta molto rapidamente con una mola a disco.

I tubi maltrattati durante il trasporto e gli spezzoni risultanti da taglio in cantiere possono presentare sull'estremità liscia una ovalizzazione che ne impedisce il corretto montaggio.

In questo caso può essere necessario ripristinare la circolarità dell'estremità ovalizzata, mediante un apparecchio di concezione molto semplice a quello illustrato.

Con un compasso o con un comune metro millimetrato, verificarle dimensioni di alcuni diametri esterni della sezione risultante dal taglio, annotando, se vi sono differenze, le misure dei diametri esterni massimo minimo.

Dopo aver individuato il diametro esterno massimo, segnare la posizione. Disporre l'apparecchio per la rettifica a 30-40 cm. dall'estremità dello spezzone, in modo che i due segni di riferimento vengano a trovarsi al centro delle opposte travi. Dopo aver verificato il corretto posizionamento dei vari pezzi componenti l'apparecchio agire sulla "vite senza fine" mettendo "in tiro" l'apparecchio. Continuare l'azione di rotazione sulla vite, controllando la misura dei diametri esterni. L'ovalizzazione è annullata allorché i diametri diventano uguali. Mantenere "in tiro" l'apparecchio e montare il giunto. Nel caso del giunto, serrare bene i bulloni prima di togliere il "tiro" all'apparecchio.

Dopo l'esecuzione del giunto, togliere l'apparecchio e procedere se necessario all'ingrassaggio della vite senza fine.

9) Posa in opera della tubazione all'interno dello scatolare di sottoattraversamento stradale

La posa in opera verrà fatta secondo il programma predisposto dall'Impresa esecutrice ed approvato dalla Direzione dei Lavori. Il programma dovrà essere formulato in forma scritta e l'approvazione della Direzione Lavori deve essere espressa:

In particolare dovrà comunque essere garantito il controllo delle saldature delle barre ed il ripristino dei rivestimenti prima che la tubazione sia inserita all'interno del sottoattraversamento stradale, la verifica della corretta pendenza della tubazione complessiva posta in opera, che le operazioni di inserimento della tubazione nello scatolare non danneggino i rivestimenti.

Con il prezzo ad unità di lunghezza di elenco si compensano tutte le lavorazioni necessarie per la corretta posa in opera della tubazione, incluse le operazioni di inserimento nello scatolare, il fissaggio della condotta, l'allargamento dei pozzetti alle estremità ed il ripristino dei luoghi fine lavori, la predisposizione delle sedi di appoggio e quanto altro occorre per dare l'opera finita.

B) - POSA FOGNATURE IN PVC -

La posa in opera e le giunzioni dei tubi debbono essere effettuate da personale specializzato. Qualora il personale incaricato alla posa della rete fognaria non dia, all'atto pratico, necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera questo dovrà essere sostituito con altro idoneo. La posizione esatta in cui devono trovarsi i raccordi sarà concordata con la Direzione Lavori.

Per l'esecuzione delle giunzioni il tubo dovrà essere tagliato alla sua estremità liscia con sega a denti fini oppure con fresa. L'estremità così ricavata, per essere introdotta nel rispettivo bicchiere, sia per effettuare una giunzione elastica che per una rigida, dovrà essere smussata secondo un'angolazione precisata dal produttore (normalmente 15°) mantenendo all'orlo uno spessore anch'esso indicato dal produttore.

I raccordi necessari (curve, derivazioni, innesti, ecc.) dovranno avere le stesse caratteristiche e rispettare le normative di riferimento delle condotte principali e dovranno essere innestate alla suddetta condotta con lo stesso criterio precedentemente descritto.

La nuova rete dovrà essere formata con il massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo le giunture. Resta quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubo ove non sia riconosciuto necessario dalla Direzione Lavori.

Prima dell'inizio dei lavori di posa delle condotte, l'Appaltatore dovrà produrre i calcoli statici della tubazione, sulla scorta degli elementi costruttivi indicati dalla ditta fornitrice dei manufatti ed in relazione alla situazione statica d'impiego.

Le condotte andranno posate al centro della sede stradale salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

C) - POSA FOGNATURE IN CLS. PREFABBRICATO -

Si farà uso di tubi circolari o ovoidali, con base d'appoggio piana di lunghezza minima pari a 2,0 ml. Giunzioni a bicchiere con interposizione di anello di gomma per la tenuta idraulica. I tubi dovranno essere lisci internamente e di spessore tale da resistere ai carichi dovuti al reinterro ed ai sovraccarichi stradali fino ad uno spessore minimo del ricoprimento pari a 30 cm e comunque per le profondità di posa previste dagli elaborati di progetto, all'uopo è prescritta la rispondenza di tali manufatti alle norme DIN 4032 da verificarsi a cura della Ditta Appaltatrice con apposite prove di carico a rottura presso un laboratorio ufficiale designato dalla D.L..

I manufatti di cui sopra diritti senza asperità né crepe, preventivamente verniciati all'interno, saranno assemblati su platee di calcestruzzo armato, come da disegni allegati perfettamente spianate e lisce in modo da rendere agevoli le operazioni di montaggio di pezzi contigui.

Non è categoricamente ammesso l'uso dei cunei di qualsiasi natura per ripristinare eventuali avvallamenti della platea di fondazione, ma gli eventuali piani di posa dovranno essere realizzati esclusivamente in malta cementizia.

Il rinfiacco per le fognature con anello di tenuta in gomma, sarà effettuato per gli spessori di progetto, con strati successivi di sabbione di fiume o di cava, di 3 mm. di pezzatura max. scevro da arbusti e fogliame per gli spessori di progetto.

Per la movimentazione ed il montaggio dei manufatti è vietato servirsi di fori ubicati in chiave o sui fianchi dei condotti, dovendosi quest'ultimi presentare senza soluzione di continuità fin dal loro arrivo dalla fabbrica costruttrice.

D) - POSA IN OPERA DI MANUFATTI VARI PER OPERE FOGNARIE

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria ecc.) nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione ed in tutte le opere conseguenti (tagli di struttura, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera o apparecchio che gli venga ordinato dalla D.L., anche se forniti da altre Ditte; il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza e l'assistenza del personale di altre ditte fornitrici del materiale o manufatto.

Caditoie

Le caditoie saranno realizzate in polietilene, di forma cilindro tronco conica e di capacità utile equivalente ad un pozzetto in cls 40x40x80 cm, dotate di sifone ed ispezionabili, con tubo di scarico di diametro 200 mm.

La posa in opera delle caditoie prevede un rinfiacco in cls Rck 200 e la realizzazione di un cordolo in muratura per il raggiungimento della quota di progetto della sovrastante griglia. Quest'ultima sarà in ghisa sferoidale, carrabile, classe D 250, delle dimensioni di 40x40 cm.

La posizione dei fognoli saranno stabiliti dalla Direzione dei Lavori, secondo le varie condizioni d'impiego.

Tubazioni

Condotti in CLS circolari del diametro interno di mm 800, 1000 e 1200, costituiti da tubi in calcestruzzo vibrocompresso semplice e armato del tipo autoportante della lunghezza minima di ml. 2,00 con giunti a bicchiere ed anello di tenuta in gomma, completo di platea in calcestruzzo di cemento dell'altezza di cm 20. Ove il ricoprimento sia inferiore a 1 m è previsto un rinfiacco e soletta in calcestruzzo di cemento Rck 200 dello spessore di almeno cm. 15; nei casi in cui il ricoprimento sia superiore a 1 m il rinfiacco sarà realizzato con misto granulometrico di fiume o cava calcarea. E' prevista

la verniciatura all'interno del condotto con due mani di prodotto epossidico, scavo a sezione obbligata e riempimento di misto granulometrico di fiume o di cava calcarea, compattato per strati successivi non superiori a 30 cm.

Condotti in polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete, liscia internamente di colore bianco e corrugata esternamente di colore nero, prodotto in conformità al pr EN 13476-1, con classe di rigidità pari a SN 8 kN/m, costituiti da tubi da 6 m, con giunzione mediante manicotto in PEAD e guarnizione a labbro in EPDM, del diam. esterno di mm. 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630. Ove il ricoprimento sia inferiore a 1 m è previsto un rinfiacco e soletta in calcestruzzo di cemento Rck 200 dello spessore di almeno cm. 15; nei casi in cui il ricoprimento sia superiore a 1 m il rinfiacco sarà realizzato con misto granulometrico di fiume o cava calcarea. Il riempimento dello scavo sarà in misto granulometrico proveniente dagli scavi, compattato per strati successivi non superiori a cm 30.

Prima dell'inizio dei lavori di fognatura dovranno essere prodotti i calcoli statici delle tubazioni nel rispetto della norma DIN 4032.

Durante l'esecuzione dei lavori di realizzazione della fognatura suddetta e/o alla loro ultimazione, la tubazione sarà sottoposta al collaudo di tenuta idraulica.

Pozzetti di ispezione

I pozzetti d'ispezione saranno realizzati secondo le seguenti due tipologie:

- 1) pozzetti di tipo prefabbricato, in calcestruzzo turbovibrocompresso;
- 2) pozzetti in C.A. gettati in opera.

1) Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo turbovibrocompresso

Il pozzetto d'ispezione sarà realizzato in calcestruzzo vibrocompresso, con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, con camera della larghezza (o diametro) interna minima di 1,0 m, spessore minimo delle pareti 0,10 m. Il manufatto sarà costituito dalla sovrapposizione di opportuni elementi ad anelli, nei giunti di collegamento dovrà essere garantita la perfetta tenuta idraulica, allo scopo saranno utilizzati elementi muniti di apposito anello di tenuta in gomma sintetica, incorporato nel getto.

Norme di riferimento: UNI 4920-DIN 4060 (guarnizioni di tenuta); DIN 4034 (pozzetti d'ispezione in calcestruzzo); UNI 9534 - UNI 8981 (manufatti in calcestruzzo).

2) Pozzetti in C.A. gettati in opera

Per i pozzetti in C.A. gettati in opera si rimanda alle norme tecniche generali relative alle opere in C.A.

I pozzetti saranno forniti di chiusini in ghisa carrabili a norma UNI EN 124, Classe D400, del diametro di 60 cm, costituiti di coperchio circolare con aletta per posizionamento obbligato e telaio dotato di guarnizione sagomata in elastomero antirumore e antibasculamento.

Tubazioni

Condotti in CLS circolari del diametro interno di mm 800, 1000 e 1200, costituiti da tubi in calcestruzzo vibrocompresso semplice e armato del tipo autoportante della lunghezza minima di ml. 2,00 con giunti a bicchiere ed anello di tenuta in gomma, completo di platea in calcestruzzo di cemento dell'altezza di cm 20. Ove il ricoprimento sia inferiore a 1 m è previsto un rinfiacco e soletta in calcestruzzo di cemento Rck 200 dello spessore di almeno cm. 15; nei casi in cui il ricoprimento sia superiore a 1 m il rinfiacco sarà realizzato con misto granulometrico di fiume o cava calcarea. E' prevista la verniciatura all'interno del condotto con due mani di prodotto epossidico, scavo a sezione obbligata e riempimento di misto granulometrico di fiume o di cava calcarea, compattato per strati successivi non superiori a 30 cm.

Condotti in polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete, liscia internamente di colore bianco e corrugata esternamente di colore nero, prodotto in conformità al pr EN 13476-1, con classe di rigidità pari a SN 8 kN/m, costituiti da tubi da 6 m, con giunzione mediante manicotto in PEAD e guarnizione a labbro in EPDM, del diam. esterno di mm. 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630. Ove il ricoprimento sia inferiore a 1 m è previsto un rinfiacco e soletta in calcestruzzo di cemento Rck 200 dello spessore di almeno cm. 15; nei casi in cui il ricoprimento sia superiore a 1 m il rinfiacco sarà realizzato con misto granulometrico di fiume o cava calcarea. Il riempimento dello scavo sarà in misto granulometrico proveniente dagli scavi, compattato per strati successivi non superiori a cm 30.

Prima dell'inizio dei lavori di fognatura dovranno essere prodotti i calcoli statici delle tubazioni nel rispetto della norma DIN 4032.

Durante l'esecuzione dei lavori di realizzazione della fognatura suddetta e/o alla loro ultimazione, la tubazione sarà sottoposta al collaudo di tenuta idraulica.

Pozzetti di ispezione

I pozzetti d'ispezione saranno realizzati secondo le seguenti due tipologie:

- 1) pozzetti di tipo prefabbricato, in calcestruzzo turbovibrocompresso;
 - 2) pozzetti in C.A. gettati in opera.
- 1) Pozzetti prefabbricati in calcestruzzo turbovibrocompresso

Il pozzetto d'ispezione sarà realizzato in calcestruzzo vibrocompresso, con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, con camera della larghezza (o diametro) interna minima di 1,0 m, spessore minimo delle pareti 0,10 m. Il manufatto sarà costituito dalla sovrapposizione di opportuni elementi ad anelli, nei giunti di collegamento dovrà essere garantita la perfetta tenuta idraulica, allo scopo saranno utilizzati elementi muniti di apposito anello di tenuta in gomma sintetica, incorporato nel getto.

Norme di riferimento: UNI 4920-DIN 4060 (guarnizioni di tenuta); DIN 4034 (pozzetti d'ispezione in calcestruzzo); UNI 9534 - UNI 8981 (manufatti in calcestruzzo).

- 2) Pozzetti in C.A. gettati in opera

Per i pozzetti in C.A. gettati in opera si rimanda alle norme tecniche generali relative alle opere in C.A.

I pozzetti saranno forniti di chiusini in ghisa carrabili a norma UNI EN 124, Classe D400, del diametro di 60 cm, costituiti di coperchio circolare con aletta per posizionamento obbligato e telaio dotato di guarnizione sagomata in elastomero antirumore e antibasculamento.

Art. 35 Norme per tutte le apparecchiature idraulico-meccaniche

Con riferimento a tutte le apparecchiature idraulico-meccaniche, meglio descritte negli articoli che seguono in capitolato.

È a carico dell'Appaltatore verificare che le paratoie siano rispondenti a quelle indicate dagli elaborati progettuali, per quel che concerne forma e dimensioni, materiali, caratteristiche di resistenza e tenuta. In particolare, le paratoie devono essere a tenuta sui quattro lati.

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori i certificati della ditta produttrice attestanti la conformità del materiale ai requisiti sopracitati.

È obbligo dell'Appaltatore fornire, con congruo anticipo rispetto all'approvvigionamento e successivo montaggio, i disegni costruttivi degli organi di regolazione unitamente a quelli del manufatto su cui questi sono montati, completi delle modalità di fissaggio delle paratoie e di tutti gli organi accessori al paramento del muro di sostegno.

Norme di calcolo e coefficienti di sicurezza

Le norme di calcolo di riferimento ed i coefficienti di sicurezza da adottare sono :

- UNI – CNR 10011 – 85
- DIN 19704

Coefficiente di sicurezza minimo per i vitoni a carico di punta, in ogni condizione = 5

Spessori minimi elementi strutturali immersi 8 mm.

Saldature

Norme di carattere generale: le saldature dovranno essere eseguite da saldatori certificati da un Ente Terzo secondo UNI EN 287-1 per i procedimenti e le posizioni di lavoro adottati.

Gli operatori dovranno essere certificati secondo UNI EN 1418.

I procedimenti di saldatura dovranno essere certificati secondo UNI EN 288-3 con l'accorgimento di eseguire saggi per la verifica delle caratteristiche meccaniche anche dei giunti d'angolo.

Sui disegni esecutivi dovranno essere indicate le preparazioni dei lembi, le dimensioni minime dei cordoni di saldatura e la classe del giunto, rispettivamente, da realizzare.

Le saldature dovranno essere realizzate secondo quanto prescritto nelle norme UNI - CNR 10011-88 e adatte a realizzare giunti di I° o II° Classe, sempre come prescritto nelle normative stesse.

La scelta dei procedimenti adottati sarà fatta dal Costruttore, sotto la propria piena responsabilità, sia per quel che riguarda le saldature in officina che in opera.

I lembi da saldare dovranno essere completamente esenti da sfogliature, cricche, incisioni, ruggine, calamina, umidità. Gli stessi dovranno essere finiti mediante utensili e/o molatura. I pezzi da saldare dovranno essere collegati e allineati tra di loro prima dell'esecuzione della prima passata mediante distanziatori.

Le saldature testa-a-testa dovranno essere riprese a rovescio dopo pulizia e solcatura della radice al vertice del cordone (ove possibile).

Tutte le saldature dovranno essere continue e a completa sigillatura.

I saldatori manuali e gli operatori delle macchine saldatrici automatiche e semiautomatiche dovranno possedere un certificato di qualifica professionale relativa al tipo di lavoro e al procedimento di esecuzione richiesto, rilasciato da un Ente Ufficiale specializzato.

Eventuali difetti nella esecuzione dei giunti saldati saranno valutati secondo gli standard in uso.

Trattamenti superficiali

Tutte le superfici in acciaio dovranno essere accuratamente trattate (con esclusione di quelle in acciaio inox o zincate a caldo) con idonei cicli protettivi.

Non vengono considerate in questo capitolo le operazioni di pulizia necessarie all'effettuazione delle operazioni di taglio e saldatura, in quanto considerate indispensabili al buon risultato delle suddette operazioni stesse.

Dovranno essere quindi applicati i seguenti cicli di pitturazione riportati di seguito, distinti in base alla posizione e alle condizioni iniziali delle superfici da trattare; dovranno inoltre essere osservate le seguenti raccomandazioni:

- tutte le parti della fornitura da sottoporre a verniciatura o zincatura dovranno avere cordoni di saldatura continui;
- le cavità degli elementi da zincare dovranno avere fori opportunamente dimensionati e disposti in modo da permettere la zincatura interna degli stessi; la cavità degli elementi da verniciare dovranno invece essere stagne;
- il fissaggio delle piste di rotolamento e/o strisciamento e dei piatti di controtenuta inox ai sottostanti gargami in acciaio al carbonio, dovrà essere realizzato in maniera da escludere la possibilità di corrosione nella superficie di contatto inox/acciaio al carbonio. L'unione dovrà pertanto essere realizzata mediante saldatura continua, a tenuta.

Il controllo visivo delle condizioni iniziali delle superfici da verniciare e del grado di pulizia ottenuto sarà effettuato mediante il confronto con gli standard fotografici svedesi successivamente indicati con "tavole SIS".

Eventuali sostanze estranee nocive alla pittura presenti sulle superfici da trattare quali olio, terriccio, composti di taglio od altri contaminanti, dovranno essere eliminate con idonei sistemi prima di iniziare le operazioni di trattamento superficiale.

Le superfici già verniciate che dovessero essere danneggiate durante il trasporto ed il montaggio in opera dovranno essere ripristinate con le modalità prescritte dal produttore delle pitture con le modalità prescritte dal produttore delle pitture previa approvazione da parte della D.L.

Salvo diversa, precedente, indicazione, le strutture saranno trattate con i seguenti cicli protettivi:

- a. Acciaio inossidabile: nessun trattamento;
- b. Strutture da inghisare:
 - Spazzolatura meccanica,
 - Una mano di latte di calce;
- a. Strutture immerse:
 - sabbatura grado SA 2 1/2 ,
 - zincante inorganico spessore 75 microns,
 - intermedio epossipoliamicco spessore 80 microns
 - finitura epossipoliamicca spessore 150 microns,
- a. Strutture non immerse:
 - sabbatura grado SA 2 1/2
 - zincante inorganico, spessore 75 microns,
 - intermedio epossivinilico, spessore 80 microns,

- finitura epossipoliamidica, spessore 100 microns.

e. Grigliati elettrosaldati, tubi di contenimento cavi impianti elettrici:

Le superfici dei grigliati di copertura e dei tubi di contenimento cavi impianti elettrici, dovranno essere trattate con zincatura per immersione a caldo secondo le "Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione" CEI 7-6 edizione 1968 e successive.

Prodotti per i trattamenti superficiali.

Prima dell'inizio delle operazioni di applicazione dei trattamenti superficiali il Costruttore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. le marche ed i tipi di prodotti che intende impiegare per le verniciature.

In sede di approvazione la D.L. preciserà il colore delle varie mani di vernice da applicare.

L'applicazione della prima mano dovrà essere effettuata subito dopo l'ultimazione delle operazioni di preparazione delle superfici da trattare.

Tutti i prodotti dovranno essere applicati secondo le prescrizioni del colorificio produttore.

I prodotti dovranno essere conservati dal Costruttore nei contenitori originali, sigillati fino al momento dell'impiego.

Tutti i recipienti dovranno essere muniti di marchio e sigilli, recare in modo chiaramente leggibile l'indicazione del colorificio produttore, il tipo, la qualità, la data di scadenza e la codifica del prodotto contenuto.

Al momento dell'apertura dei recipienti non dovranno presentarsi degradi di sorta.

La diluizione dei prodotti sarà consentita solo nel caso di impiego di prodotti vernicianti per i quali il colorificio produttore lo preveda; in tal caso dovrà essere effettuata esclusivamente con i diluenti prescritti, nella percentuale e con le modalità indicate dallo stesso e comunque sempre in modo tale da ottenere per ogni singola mano gli spessori richiesti a film secco.

I prodotti deperibili dovranno essere utilizzati entro i termini di scadenza prescritti dal colorificio produttore.

I magazzini di stoccaggio dovranno essere adeguatamente protetti dalle basse ed alte temperature ed in ogni caso atti ad evitare che eventuali escursioni della temperatura compromettano la buona conservazione dei prodotti stessi.

Prove e controlli

1.1) Prove sui materiali

I materiali strutturali costituenti la fornitura dovranno essere accompagnati da dichiarazione di conformità rilasciata dal fornitore.

1.2) Controlli non distruttivi sui materiali e sulle saldature

Il tipo e l'estensione minimo dei controlli non distruttivi da effettuarsi sulle singole parti della fornitura sarà il seguente:

- esame radiografico e/o ultrasonoro,
- esame magnetoscopico,
- esame con liquidi penetranti,

a seconda dei giunti da controllare; la decisione sarà competenza dell'Ente appaltante.

Le saldature testa a testa a completa penetrazione eseguite in officina ed in opera saranno controllate mediante radiografie od ultrasuoni e l'estensione minima di detti controlli sarà eguale al 15 % dell'estensione delle saldature.

Le zone da esaminare saranno scelte dalla D.L. dopo ispezione visiva che avverrà prima delle verniciature e/o altri trattamenti superficiali.

Nelle altre saldature sottoposte a controllo parziale, suddivise in tratte di 48 cm, viene richiesto, per ogni tratta che riveli difetti inaccettabili, il controllo di ulteriori due tratte di saldatura. Nel caso invece che oltre il 30% dei tratti esaminati per ciascun tipo di giunto e ciascun componente, riveli difetti inaccettabili è richiesto l'esame radiografico o ultrasonoro totale.

L'esame visivo sarà condotto secondo UNI EN 970.

Il controllo magnetoscopico sarà condotto secondo UNI EN 1290.

Il controllo radiografico sarà eseguito secondo UNI EN 1435 classe B.

Il controllo ultrasonoro sarà eseguito secondo UNI EN 1714 classe B.

La valutazione dei difetti sarà ricondotta alla UNI EN 25817 classe B.

Il controllo dovrà essere eseguito da personale certificato secondo UNI EN 473.

1.3) Riparazione delle saldature

I difetti giudicati inaccettabili a seguito dei controlli dovranno essere eliminati.

Le parti difettose delle saldature dovranno essere rimosse esclusivamente mediante lavorazione meccanica a freddo fino a raggiungere il materiale sano. Lo stato di questo sarà controllato con esami magnetoscopici o con liquidi penetranti per accertare la completa asportazione del difetto. Tutte le zone riparate dovranno essere accuratamente controllate con metodi non distruttivi.

1.4) prove di collaudo in officina

In fase esecutiva dovrà essere predisposto un piano di collaudo da effettuarsi presso l'officina incaricata tale da consentire una completa ed accurata verifica su quanto realizzato prima dell'autorizzazione della spedizione in cantiere per il montaggio in opera. In ogni caso il Costruttore incaricato dovrà certificare, sotto la propria responsabilità, l'avvenuto controllo di ogni elemento e manterrà la propria responsabilità fino al collaudo finale in opera.

1.5) prove di collaudo in opera

Il collaudo in opera della fornitura sarà eseguito in due distinte fasi:

- a montaggio e verniciature ultimate sarà eseguito un primo controllo per verificare rispondenza e il regolare funzionamento delle apparecchiature senza i carichi previsti a progetto;
- saranno verificati gli assorbimenti dei motori;
- per le apparecchiature non idrauliche verranno effettuati tutti i collaudi prescritti;
- successivamente saranno eseguite le prove di tenuta delle paratoie con carico idrostatico ottenuto allagando le due canne e non dovranno evidenziare perdite superiori a 0,40 l/min per metro di tenuta per 1 m di battente.

1.6) Controlli e tolleranze dei trattamenti superficiali

Il controllo degli spessori sarà effettuato, a film secco, con strumenti di tipo elettronico tarati sulla superficie metallica preparata per l'applicazione del ciclo di pitturazione.

Sugli spessori prescritti, per ogni singola mano, sarà ammessa una tolleranza del 10%; sullo spessore totale del ciclo della tolleranza è del 5%.

Il controllo dell'aderenza della vernice avverrà mediante l'uso di strumenti di tipo Adesion Test della Elcometer, o equivalenti, e la tensione minima di strappo dovrà essere superiore a 1,4 N/mm².

1.7) Imperfezioni

Non potranno essere accettati lavori che presentino una qualsiasi imperfezione dipendenti dalla mancata osservanza delle prescrizioni di cui al presente documento.

Art. 36 Paratoie a clapét

Paratoie a Clapet di sezione rettangolare

Le paratoie sono mobili, del tipo antiriflusso, a sezione rettangolare in acciaio inox AISI 316, guarnizioni in EPDM fissata al battente mediante piatti e rivetti in AISI 316, cerniere autocentranti con perni in AISI 316 e bronzine autolubrificanti. Le paratoie saranno dotate di bocche di scarico supplementari in EPDM per le basse portate.

Il telaio di contro tenuta sarà, in acciaio inox AISI 316 lavorato alle macchine utensili con flangia posteriore per l'installazione su opere in c.a. Il telaio così realizzato avrà il lato a contatto con l'opera civile perpendicolare ed il lato di tenuta inclinato di 3 ° centralmente verrà realizzata una colonna in grado di ottenere il riscontro delle guarnizioni laterali dei clapet, posteriormente, per agevolare il deflusso dell'acqua, verrà realizzato un carter a profilo idrodinamico

Ciascuna paratoia sarà dotata di n. 2 articolazioni laterali per ogni diaframma, con perni in acciaio inox AISI 420 su boccole autolubrificanti

Le paratoie saranno dotate di bracci laterali di supporto, lente con doppio aggancio inferiore e possibilità di autoposizionarsi in AISI 316, sugli stessi dovranno essere applicati idonei contrappesi in acciaio Fe regolabili per sensibilizzare l'apertura del clapet.

La paratoia dovrà essere in acciaio AISI 316 opportunamente rinforzata per non deformarsi con il carico idraulico. Gli irrigidimenti dovranno essere ottenuti con profilati di adeguata sezione elettrosaldati.

La superficie dovrà essere trattata mediante decapaggio e pulizia delle saldature.

Gli organi di manovra saranno sottoposti all'approvazione del Direttore dei Lavori muniti di relazione di calcolo del costruttore e relative certificazioni dei materiali

Le valvole a clapet da porre in opera dovranno presentare le seguenti caratteristiche e dimensioni.

- luce netta in larghezza mm 4000 (max) – mm 2000 (min);
- altezza di sbarramento mm 2000;
- carico idrostatico max m 8.50 c.a.
- altezza di apertura mm 2000;
- mantello in lamiera sp. 8 mm munito di traversi a con sezione a L80x80x8;
- guarnizioni in gomma-neoprene a forma di nota musicale;
- piatti ferma guarnizioni e viti di fissaggio in AISI316;
- n. 1 cornice in profili a U da tassellare a parete.

Art. 37 Paratoie piane su ruote

a) Caratteristiche principali

luce netta	2000 mm (min) 4000 (max)
Altezza netta	2000 mm
Interasse tenute verticali laterali	2260 mm circa
Altezza tenuta orizzontale superiore sulla soglia	2150 mm circa
Interasse appoggi (ruote)	2500 mm circa
Corsa sollevamento normale	2200 mm
Max dislivello: equivalente a 8,50 m H ₂ O contro 0	
Tenuta su 4 lati nei due sensi realizzate con profilo idraulico in neoprene su controbattuta metallica in acciaio inox AISI 316	
Spessore minimo del mantello	5 mm
Numero ruote	4 + 4
Peso proprio paratoia	(*)
Manovra mediante due viti salienti in acciaio inox AISI 420 con filetto trapezoidale, per ogni paratoia, con comando meccanico sincrono	
Interasse viti di manovra	1500 mm circa
Manovra di apertura con il massimo carico idrostatico	
Manovra di chiusura per peso proprio con dislivello eguale all'85% circa del massimo carico idrostatico	
Sforzi di sollevamento:	
Tiro iniziale di sollevamento =	(*)
Tiro sollevamento dopo circa 5 sec. =	(*)
Tiro dopo circa 20 sec. =	(*)
Massimo sforzo di trazione in salita	(*)
Dimensionamento argano	(*)
Massima trazione su ogni spezzone di catena	(*)
Arresto della paratoia in qualsiasi posizione	
Regolazione di portata nel senso della corrente con deflusso sottobattente	
Velocità di manovra	0,5 m/l' circa
Velocità di manovra manuale	0,2 m/l' circa

(*) valori da definirsi in fase di redazione degli elaborati progettuali costruttivi

Paratoia

Il diaframma della paratoia è costituito da un mantello di lamiera d'acciaio rinforzato mediante travi orizzontali destinate a sostenere il carico idrostatico, opportunamente distanziate secondo zone di uguale spinta idrostatica; le strutture saranno realizzate in acciaio inox AISI316L.

Le travi orizzontali trasmettono la spinta a due testate laterali su ciascuna delle quali sono montate 4 ruote in acciaio, girevoli su assi fissi, muniti di bronzine autolubrificanti.

La guida laterale di ogni paratoia, nel movimento di salita e discesa, è affidata a n° 4 rulli scorrenti sugli elementi verticali dei gargami.

Le tenute sono realizzate in gomma sintetica antinvecchiante, adatta alla continua immersione ed al bagna asciuga:

- in soglia mediante un profilo di sezione rettangolare,
- nei 2 lati verticali mediante un profilo a doppio bulbo strisciante su controbattuta metallica realizzata in acciaio inox AISI 304,
- sulla battuta superiore mediante un profilo a doppio bulbo strisciante su controbattuta metallica realizzata in acciaio inox AISI 304,

Il sistema di fissaggio è realizzato in modo da consentire una facile regolazione ed impiega viterie in acciaio inossidabile AISI 304.

Ogni paratoia è costruita in modo da consentire il deflusso sotto battente nel verso della corrente (mantello lato monte); tutte le saldature sono stagne, continue e a completa sigillatura.

La sollecitazione massima dei componenti strutturali (travi orizzontali, mantello, testate laterali portaruote) dovrà essere compatibile con le prescrizioni contenute nelle Normative di riferimento; la deformazione elastica massima della struttura orizzontale della paratoia dovrà essere $< 4,5$ mm.

Gli assi delle ruote dovranno essere realizzati in acciaio inossidabile AISI 410/431 bonificato, cromato a spessore e rettificato e dimensionati con un coefficiente di sicurezza a rottura > 5 ; la deformazione dovrà essere contenuta entro limiti che consentano la funzionalità delle ruote di scorrimento verticale.

Tutte le viterie saranno in acciaio inossidabile AISI 316.

Il coefficiente di attrito delle tenute sulle rispettive controbattute dovrà essere assunto = 1.

Il coefficiente di 1° distacco dovrà, per tutti gli attriti, essere assunto = 1,3.

Gargami

I gargami sono costituiti da un elemento in soglia realizzato in profilato HEA e da due montanti verticali costituiti da lamiera sagomata in acciaio inox AISI 316.

Questi sono rinforzati, mediante profili HEA, nella zona inferiore, dove viene scaricata la doppia spinta idrostatica tramite le ruote di scorrimento, allo scopo di minimizzare le sollecitazioni sulle opere murarie.

Alla superficie di tenuta in soglia sono saldate delle controbattute in acciaio inox AISI 316, formanti una linea continua sui quattro lati di tenuta frontale, nei due sensi; i ritzi laterali guidano la paratoia per tutta la loro corsa fino al piano di manovra. Tutte la saldatura saranno stagne, continue e a completa sigillatura.

Sono dotati di un sistema di zanche, staffaggi e tiranti di regolazione per consentire un adeguato ancoraggio alle opere civili di I° fase ed un'agevole registrazione al montaggio, prima del getto di II° fase.

Sollevarmento

Manovra mediante due viti salienti in acciaio inox AISI 420 con filetto trapezoidale, per ogni paratoia, con comando meccanico sincrono comprendente:

- Un motore elettrico di comando a 4 poli, del tipo autofrenante, munito di sblocco manuale del freno, di tipo flangiato con campana di collegamento, adatto per l'installazione ad asse orizzontale con potenza da definirsi in sede di progettazione costruttiva;
- Un sistema manuale a volantino, per movimentazione di emergenza in assenza di funzionamento del motore elettrico.
- Un riduttore in cassa stagna del tipo a vite senza fine, con componenti in acciaio speciale e bronzo ad alta resistenza e assi montati su cuscinetti a sfere lavoranti in bagni d'olio con rapporto di riduzione e coppia da definirsi in sede di progettazione costruttiva nel rispetto della velocità di sollevamento indicata;
- Assi di trasmissione collegante direttamente il riduttore ai due gruppi di sollevamento laterali in maniera sincrona; il complesso dovrà essere dimensionato per una coppia continua da definirsi in sede di progettazione costruttiva.
- Telaio di sostegno per supportare i gruppi meccanici, con sedi di collegamento lavorate di macchina utensile dimensionato per una deformazione elastica massima $< 0,1$ mm.

Impianto elettrico

Per il comando e controllo di ogni paratoia è installato un quadro elettrico locale predisposto con le seguenti funzioni :

- salita

- discesa
- arresto

Sarà installato un fine corsa elettromeccanico a tre contatti per il controllo della manovra di salita e discesa. Il quadro elettrico sarà alimentato da rete elettrica e in emergenza da un gruppo elettrogeno.

Collegamenti elettrici e protezioni

Tutte le apparecchiature di fornitura devono essere idonee per l'installazione all'aperto e alla esposizione agli agenti atmosferici. Il grado di protezione di tutte le apparecchiature elettriche deve essere IP 67. Tutte le parti metalliche dovranno essere dotate di idonei dispositivi di dispersione a terra da realizzarsi a cura e spese dell'impresa.

Prove di collaudo impianti elettrici

Tutte le apparecchiature elettriche saranno collaudate in base alle prescrizioni CEI

Per i motori elettrici dovrà essere richiesta la consegna dei bollettini di prova presso il produttore.

Tutti i collegamenti saranno provati per la verifica dell'isolamento verso massa, come previsto dalle norme CEI, a 2KV - 50 Hz per 60 S.

Per tutti gli impianti verranno eseguite prove in bianco e funzionali.

Per tutti i componenti di sicurezza verrà eseguita la verifica di taratura.

Il collaudo sarà completato con:

- la dichiarazione, da parte della ditta incaricata, di conformità in base alla legge per la sicurezza degli impianti;
- l'espletamento di quanto stabilito dalla Direttiva Comunitaria 98/37/CE e successivi emendamenti, denominata Direttiva Macchine e saranno marcati "CE".

Art. 38 Paratoie piane a strisciamento in acciaio

Le paratoie piane a strisciamento devono essere in acciaio inox AISI 304 con le caratteristiche tecniche di seguito riportate.

È a carico dell'Appaltatore verificare che le paratoie siano rispondenti a quelle indicate dagli elaborati progettuali, per quel che concerne forma e dimensioni, materiali, caratteristiche di resistenza e tenuta, organi di manovra. In particolare, le paratoie devono essere a tenuta bidimensionale sui quattro lati. Lo scudo in acciaio deve essere in un unico pezzo; il telaio, anch'esso in acciaio, deve essere autoportante.

a) Caratteristiche tecniche

Gargami verticali: saranno realizzati in acciaio inox AISI 304/L pressopiegato ad "omega" gli stessi saranno rinforzati con profilati in Fe saldati sulla parte da ancorare al muro.

Controtenuta di soglia inferiore e superiore: saranno realizzati in acciaio inox AISI 304/L pressopiegato ad U per la soglia inferiore e verrà installata con i bordi rivolti all'interno dello scasso previsto nelle opere civili, per la soglia superiore con un pressopiegato sagomato, la parte in acciaio inox verrà rinforzata e predisposta per il montaggio come previsto per i gargami verticali.

Diaframma: realizzato in acciaio AISI 304/L con lamiera a monte e rinforzi a valle opportunamente dimensionata per il carico idraulico imposto. Pattini di strisciamento in ottone OT 85, sia per la guida laterale che per lo strisciamento verticale, i pattini di strisciamento saranno lavorati alle macchine utensili per ottenere la giusta precarica della guarnizione. Guarnizioni in neoprene al 75 % durezza Shore 65-70 avvitate in apposite sedi; montate su apposite sedi e trattenute da piatti ripartitori avvitati alla lente con bulloneria inox AISI 316.

Guarnizioni verticali a nota musicale dim. 80 x 30

Guarnizione ad omega per la tenuta superiore dim 80 x 30

Guarnizione inferiore in piatto stondato 80 x 20

Piatti di trattenuta gomma in acciaio inox AISI 316/L

Viti di fissaggio in acciaio Classe A 2

Per facilitare eventuali future manutenzioni il diaframma monterà n° 2 piastre adatte ad alloggiare ganci per sollevamento ed estrazione del diaframma.

Castelletto superiore porta meccanismi realizzato in profilati in acciaio S 275 JR zincati a caldo, compreso piastre per il fissaggio alle opere in c.a.

Gruppo di manovra: manuale (per la paratoia 1,0 x 1,0 m) composto da

- N°1 madrevite in bronzo
- N°1 vite di manovra in acciaio inox AISI 420
- N°1 volantino in poliuretano con anima metallica

Irrigidimenti ottenuti con profilati di adeguata sezione elettrosaldati.

Trattamenti superficiali: decapaggio e pulizia delle saldature

Art. 39 Asta idrometrica

L'asta idrometrica, di altezza pari a m. 10, sarà costituita da un profilato tubolare rettangolare in alluminio di sezione 150x40 mm spessore 30/10 mm completo di zanche e viti di fissaggio alla parete in calcestruzzo.

L'asta dovrà riportare la gradazione metrica tipo stadia per topografia in colore nero su fondo bianco in modo da risultare alternativamente un centimetro bianco e nero e il riferimento numerico ogni decimetro in colore rosso ed in quota relativa avente come zero di riferimento la quota in sommità indicata in quota assoluta. Tutta la graduazione e numerazione dell'asta sarà eseguita con vernici epossidiche a caldo.

Il posizionamento dell'asta sarà definito dalla Direzione dei Lavori.

Art. 40 Sensore di livello piezometrico a sonda immersa

Sensore di livello a sonda immersa con trasduttore a cella ceramico capacitiva per la misura del livello, sensore di temperatura e registratore e trasmettitore (data logger) integrato. Cavo di sospensione con integrato capillare per taratura automatica in funzione della variazione di pressione atmosferica. Il sensore dovrà presentare una risoluzione ed una precisione non inferiore ad 1 cm con campo di misura da 0 a 10 m. Il sensore dovrà essere inoltre dotato di apparecchiatura di controllo e kit di trasmissione dati Modem GSM Standard 850/900 MHz/ 1800/1900 MHz, GSM (quad-band), GPRS. La scheda SIM di comunicazione sarà fornita dal committente. Collegamento per trasmissione locale dati e programmazioni con telecomando a infrarossi o radio. La strumentazione utilizzata dovrà essere conforme alle specifiche tecniche stabilite dal Servizio Idrologico Regionale (SIR) della Toscana. L'uscita dei dati dovrà essere in "chiaro" ossia senza un protocollo proprietario secondo le specifiche indicate dalla stazione appaltante. Fornitura dei protocolli atti alla taratura.

Tutto il sistema sarà montato entro tubo di calma D= 100 mm forato (o maggiore se richiesto dal sistema di acquisizione) in acciaio inox, chiuso in sommità e ancorato a muro in c.a..

La fornitura ed installazione della centralina di acquisizione, elaborazione e visualizzazione dati, della batteria comprese;

Art. 41 Prove e collaudi delle condotte

Tutte le condotte, prima della loro messa in esercizio, dovranno essere sottoposte a collaudo di tenuta idraulica che riguarderà sia la rete principale sia le camerette.

Se il tracciato della condotta consente di tenere gli scavi aperti è preferibile eseguire le prove idrauliche a tubi scoperti, così che eventuali perdite possono essere facilmente individuate e riparate; diversamente devono essere eseguite con tubi completamente o parzialmente interrati.

A discrezione della Direzione dei Lavori, per tratti di brevi dimensioni, si può accertare la tenuta della condotta sottoponendola alla pressione immettendo acqua nel tronco da collaudare dal pozzetto a monte fino a raggiungere la quota del pozzetto a valle.

Generalmente le prove idrauliche devono essere eseguite a campione su tratti di tubazione individuati tra due camerette d'ispezione successive da concordare con la Direzione dei Lavori. Le due estremità della condotta devono essere chiuse a mezzo di opportuni tappi e successivamente il tratto in oggetto deve essere messo in pressione ad un valore di 0,5 bar (5 metri di colonna d'acqua) con l'eccezione delle condotte in pressione che andranno collaudate ad una pressione 1,5

volte superiore a quella presunta di esercizio che sarà comunicata dalla Direzione dei Lavori e per un tempo non inferiore a 30 minuti.

E' opportuno che la condotta sottoposta a collaudo sia tenuta piena d'acqua per almeno 6 ore fino al livello del piano di campagna della cameretta di valle ed in ogni caso fino a raggiungere o superare di 50 cm. la quota dell'estradosso del tubo.

Il controllo di tenuta è fatto misurando la quantità di acqua persa in un tempo di 15 minuti, semplicemente con misure di livello nella cameretta od altro manufatto all'uopo costruito; le tolleranze ammesse dipendono dai materiali con i quali è stata costruita la condotta.

Non è ammessa nessuna diminuzione di livello nel caso in cui la rete sia costruita in materiale plastico (P.V.C. o Polietilene); per reti costruite in gres è ammissibile una tolleranza dell'ordine di 0,05 lt. ogni mq. di superficie interna mentre per le reti in cls. è ammissibile una tolleranza dell'ordine di 0,25 lt. ogni mq. di superficie interna.

Salvo casi particolari non è necessario procedere al collaudo degli allacciamenti.

Art. 42 Rinterri e riempimenti dei cavi

Prima di procedere al riempimento totale dello scavo si dovranno ripristinare o riallacciare a regola d'arte tutte le canalizzazioni di ogni genere incontrate nello scavo stesso.

Il riempimento dovrà essere eseguito per strati di circa 30, cm ognuno dei quali dovrà essere bagnato e costipato secondo i più moderni procedimenti di stabilizzazione dei terreni, adottando macchine vibrocostipatrici adeguate alle circostanze (del tipo "a ranocchia" o di altri tipi), che consentano di far raggiungere la massima densità agli inerti posti come riempimento.

Su strade pubbliche e private il riempimento verrà eseguito esclusivamente con sabbia comune, ghiaia di cava scevra da materiali terrosi, inerti ricavati dalla lavorazione di materiali recuperabili, misto cementato, o malta cementizia aerata, a seconda di quanto previsto negli elaborati progettuali o stabilito dagli Enti proprietari delle strade o da ordini specifici della Direzione Lavori.

L'impiego per il rinterro di materiali di risulta ovvero dei materiali accatastati nell'ambito del cantiere e provenienti dallo scavo medesimo, dovrà essere limitato ai terreni di campagna, oppure espressamente ordinato dal Direttore dei Lavori.

In presenza di terreni coltivati l'Appaltatore dovrà usare particolare cura nello scavo, in modo da conservare a parte il terreno vegetale di superficie, per ricollocarlo poi nella parte superiore del riempimento; comunque l'Appaltatore dovrà in questo caso accordarsi preventivamente con la proprietà, onde soddisfare le giuste esigenze di questa; dei suddetti maggiori oneri è stato tenuto debito conto nel quantificare i relativi prezzi di elenco.

Il rinterro di scavi attorno a manufatti sotterranei quali camerette di manovra, pozzetti ecc., dovrà essere eseguito con procedimenti analoghi a quelli usati per le condotte; nel caso in cui venga espressamente richiesto, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire un drenaggio sulle pareti esterne, mediante la posa in opera di ghiaia in natura o di altro materiale nella quantità e nei modi richiesti dal Direttore dei Lavori.

Nel periodo intercorrente fra il rinterro degli scavi e il ripristino della pavimentazione stradale, l'Appaltatore dovrà provvedere alla tempestiva ricolmatura di eventuali avvallamenti del livello dei piani viabili, mediante riporto e sistemazione di materiali inerti di cava di idonea pezzatura, fintanto che il piano stradale si sia definitivamente stabilizzato. Con i prezzi di elenco relativi ai riempimenti sono previsti e compensati tali oneri, senza che per questo motivo l'Appaltatore possa pretendere alcuna rivalsa.

Il riempimento dei cavi potrà essere previsto in misto granulometrico o misto cementato secondo quanto previsto in progetto, secondo indicazioni e prescrizioni della DL, e prescrizioni degli Enti competenti (Comune, Provincia, ANAS, ecc.). Le specifiche tecniche sono le seguenti:

- **Formazione di fondazione o riempimento in misto granulometrico** di fiume o di cava, con pezzatura massima a richiesta della Direzione dei Lavori, compresi: fornitura, stesa, sagomatura, innaffiatura, cilindatura con rulli compressori statici da 16-18 t o vibranti equivalenti e quanto altro occorrente a dare il titolo ultimato a perfetta regola d'arte con compattazione a strati di cm.10-15. Le caratteristiche saranno quelle previste dalle norme CNR-UNI-10.006, fuso granulometrico tipo B, dimensioni setaccio 0.075mm. – 30 mm. Ultimata la compattazione, il modulo di deformazione Md derivante dalla prova su piastra al primo ciclo di carico dopo 12

ore dalla compattazione, dovrà risultare non inferiore a $Md=800 \text{ Kg./cmq}$. Salvo quanto previsto in Elenco Prezzi.

- **Formazione di fondazione o riempimento in misto cementato** eseguita con miscela di inerti in idonei miscelatori, con aggiunta di cemento ed acqua in spessori di 20 cm. , con impiego di misto granulare dimensioni crivello 71 mm - 0,075mm granulometria CNR UNI10.006. La curva granulometrica dovrà essere continua ed uniforme e rispettare la granulometria sopra citata, gli inerti non dovranno essere di forma allungata o lenticolare e la perdita in peso Los Angeles non dovrà essere superiore a 30. Verrà impiegato cemento normale (portland, pozzolanico) di classe 325. A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% ed il 5% in peso sul peso degli inerti asciutti. La quantità di acqua dovrà essere quella corrispondente alla umidità ottima di costipamento determinata nello studio della miscela con una variazione compresa entro il 2,5% del peso della miscela. La percentuale in acqua e la percentuale esatta di cemento, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza indicate. Per lo studio della miscela verrà eseguita prova di resistenza a compressione ed a trazione su provini cilindrici confezionati in stampi CBR, previa vagliatura, secondo le richieste della D.L.. I provini dovranno avere resistenze a compressione a 7giorni non minori di 25 Kg/cmq ed a trazione secondo prova brasiliana non inferiori a $2,5 \text{ Kg/cmq}$ sulla media di 3 provini. L'addensamento dello strato dovrà essere realizzato con rullo a ruote vibranti, od in alternativa con rulli misti vibranti-gommati. A compattazione ultimata la densità in situ dovrà essere non inferiore al 100% nelle prove AASHTO T 180-57 nel 98% delle misure effettuate. Il valore del modulo di deformazione Md al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e $2,5 \text{ Kg/cmq}$, rilevato dopo 12 ore dalla compattazione dovrà essere non inferiore a 1200 Kg/cmq , salvo quanto previsto in Elenco Prezzi e prescrizione degli Enti competenti. Immediatamente dopo l'addensamento si dovrà provvedere alla stesa di mano di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 2 Kg/mq .

Art. 43 Ricostruzione dei manti bituminosi (binder) e tappeti di usura

I ripristini delle sovrastrutture stradali dovranno di norma avere inizio entro 20 (venti) giorni naturali dall'ultimazione del rinterro della relativa porzione di scavo, salvo diversa disposizione del Direttore dei Lavori.

Le larghezze e gli spessori dei ripristini stradali dovranno essere sempre concordati con la Direzione dei Lavori, in funzione delle diverse esigenze dei vari Enti proprietari delle strade; le misure presenti nei particolari costruttivi di progetto avranno in questo caso valore solo indicativo.

Dopo l'esecuzione dei ripristini non verranno riconosciute quantità maggiori di quelle precedentemente stabilite, se non quelle ordinate dalla D.L. in corso d'opera per giustificato motivo, né quelle quantità che si rendessero necessarie per l'irregolare conduzione dei lavori da parte dell'Impresa Appaltatrice.

Le operazioni di cilindratura saranno eseguite impiegando rulli o compressori adeguati alla natura del lavoro.

I lavori di ripristino delle pavimentazioni dovranno essere contenuti in tratti lunghi al massimo 100 mt., salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori.

Nei prezzi previsti per l'esecuzione del binder è compreso e compensato sia l'onere del taglio per la regolarizzazione dei bordi dello scavo (così che il ripristino avvenga secondo superfici regolari a linee longitudinali ben diritte), sia l'onere per la formazione di idoneo cassonetto, che il trasporto a discarica di tutti i materiali di risulta.

Nei prezzi è incluso altresì l'onere per l'Appaltatore, qualunque sia il tipo di struttura stradale ripristinata, della sua manutenzione fino a che sia intervenuto con esito positivo il collaudo definitivo dei lavori, garantendo fino a tale data interventi immediati di risagomatura con idoneo conglomerato in caso di eventuale avvallamento delle pavimentazioni.

Per l'accettazione ed il controllo dei requisiti di bitumi, pietrischetti ed emulsioni bituminose valgono le norme emanate dalla "Commissione di studio dei materiali stradali" presso il Consiglio Nazionale delle Ricerche, edite con i fascicoli 2 del 1951, 4 del 1953, 7 del 1957 e 3 del 1958, che si intendono qui integralmente trascritte.

Il conglomerato bituminoso, come il pietrischetto bitumato, dovrà presentare all'atto della stesa una temperatura di almeno 130° C , misurata immediatamente dietro la finitrice.

I conglomerati bituminosi dovranno inoltre rispettare le seguenti caratteristiche:

STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO

- pezzatura massima degli inerti da mm. 10 a mm. 5 (secondo i casi d'impiego);
- bitumatura d'attacco con emulsione bituminosa al 55% nella quantità di Kg 0,8/mq;
- tenore di bitume riferito al peso degli aggregati compreso fra il 5% ed il 6%;
- percentuale di vuoti residui non superiore al 6%, stabilità Marshall >1000kg

Per quanto fin qui non specificato valgono le disposizioni contenute nelle "Norme tecniche relative a lavori di pavimentazione" elaborate dall'A.N.A.S. (Ente nazionale per le strade).

La pavimentazione sarà rifinita con uno strato speciale di conglomerato bituminoso chiuso, dello spessore ordinato misurato dopo il completamento della rullatura.

Gli inerti da impiegare dovranno provenire dalla frantumazione di rocce aventi resistenza a compressione maggiore di 1.200 Kg/cmq., coefficiente Deval minimo 12 e coefficiente di frantumazione massimo di 120.

La sabbia dovrà essere di fiume o cava, eccezionalmente, dovesse provenire da frantumazione di rocce, questa dovrà possedere i requisiti anzidetti.

La composizione granulometrica degli inerti, da determinare in laboratorio, dovrà essere contenuta sul fuso come appresso:

- passante al crivello da	10 mm.	68 - 100%
- passante al crivello da	5 mm.	50 - 68%
- passante al crivello da	2 mm.	35 - 50%
- passante al crivello da	0,40 mm.	20 - 35%
- passante al crivello da	0,18 mm.	10 - 20%
- passante al crivello da	0,075 mm.	4 - 10%
- bitume puro con penetrazione	80 - 100	5,5 - 8%

La confezione del conglomerato, lo spandimento ed il suo costipamento saranno effettuati con le stesse modalità e con macchinario indicato per lo strato di collegamento.

Qualora la superficie sulla quale dovrà stendersi lo strato di usura non si presenti pulita e di recente fattura, si provvederà alla sua accurata pulitura ed allo spandimento di uno strato di attacco di emulsione bituminosa al 50 c.a. 55% in ragione di almeno Kg. 1,00 per ogni mq.

La percentuale del conglomerato bituminoso, a compressione meccanica ultimata, non dovrà essere inferiore al 6% ed il peso dei tasselli rilevati dall'opera finita, non dovrà risultare in nessun punto inferiore a 2,2 gr/cmq.

- Prescritto indice dei vuoti residui inferiore al 6%
- percentuale bitume 6%
- stabilità Marshall > 1000 Kg.

Lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di più di un millimetro dopo un anno dalla posa.

Anche per questo l'Impresa proporrà, nei limiti sopra stabiliti la formula esecutiva da approvarsi dalla Direzione Lavori.

A pavimentazione finita il conglomerato bituminoso dello strato di usura deve presentare i seguenti requisiti:

- Elevata resistenza meccanica.
- Elevata resistenza all'usura.
- Sufficiente ruvidità della superficie.
- Elevata compattezza.
- Impermeabilità praticamente totale.

In caso di tappeto per rappezzati dato a mano indice dei vuoti inferiore a 8% e percentuale di bitume 6 - 6,5%.

CONGLOMERATI BITUMINOSI A FREDDO

I conglomerati bituminosi a freddo devono servire solo per interventi provvisori straordinari e saranno di due tipi:

a) fabbricato con bitumi liquidi o flussanti, granulometria fino a mm. 10, con aggregato grosso 60-70 %, aggregato fine 30-40%, bitume fluido 5-7%, con aggiunta di additivo per l'impiego anche su superfici bagnate;

b) fabbricati con brevetti speciali: "Sintex", "Asfaltival", a doppia manipolazione e con additivi speciali: colofonia, gomma, ecc.

I conglomerati a freddo dovranno essere consegnati sciolti e pronti per l'uso per il tempo indicato nel relativo prezzo unitario.

La loro posa in opera dovrà essere fatta con il solo ausilio di una leggera bitumatura d'attacco; i materiali non sciolti od a blocchi dovranno essere respinti.

Il peso specifico alla consegna non dovrà essere superiore a q.li 14 per mq.

TAPPETI DRENANTI FONOASSORBENTI

Verrà utilizzato come sottofondo conglomerato bituminoso a caldo di tipo aperto, confezionato con bitume modificato con SBS-r pezzatura massima mm. 15 composto da miscela di materiali inerti del tipo siloco-calcare spessore cm. 4,5 compresa mano d'attacco con emulsione elastomerizzata della stessa composizione del bitume.

Pezzatura 10/16 – Percentuale vuoti > 25% - percentuale legante in peso inerti 5,5%.

E' compresa la realizzazione di strato perfettamente impermeabile in bitume modificato secondo le prescrizioni della Direzione Lavori tipo PANTAPLAST o simili.

Caratteristiche dello strato inferiore

Tipo di prova

Stabilità Marshall	C.N.R.	30/73	DaN	> 500
Scorrimento Marshall	C.N.R.	30/73	mm.	<2,5
Rigidità Marshall	C.N.R.	30/73	DaN/mm.	>200
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	C.N.R.	134/91	DaN/cm ² .	>6
Percentuale dei vuoti del conglomerato	C.N.R.	30/73	%	>20
Percentuale di legante in peso sugli inerti	C.N.R.	38/73	%	4,5 – 5,50

Per lo strato di usura sovrastante dello spessore di 3 cm., si utilizzerà conglomerato bituminoso a caldo di tipo aperto per strato di usura, confezionato con bitume modificato con SBS – r pezzatura max mm. 6 composto da miscela di materiali inerti di tipo basaltico.

Pezzatura 4/6 miscelato con sabbia, filler calcareo e bitume 5,5% - Percentuale di vuoti >20%

Caratteristiche dello strato inferiore

Tipo di prova

Stabilità Marshall	C.N.R.	30/73	DaN	> 500
Scorrimento Marshall	C.N.R.	30/73	mm.	<2,5
Rigidità Marshall	C.N.R.	30/73	DaN/mm.	>200
Resistenza a trazione indiretta a 25° C	C.N.R.	134/91	DaN/cm ² .	>7
Percentuale dei vuoti del conglomerato	C.N.R.	30/73	%	>20
Percentuale di legante in peso sugli inerti	C.N.R.	38/73	%	5 – 6

In corrispondenza di scavi trasversali per allacciamenti, secondo le richieste della Direzione Lavori, si procederà alla posa in opera di rete di fibra di vetro del tipo GLASGRID 50 KN/m per 50 KN/m come rinforzo delle pavimentazioni bituminose in modo da impedire la loro fessurazione ed aumentare la vita di esercizio, La rete dovrà avere una struttura in maglia quadrata mm. 25x25, essere costituita in filamenti di fibra di vetro resistente a temperature minimo 200° C. La rete dovrà avere un ritiro dell'ordine dell'1% con una temperatura di 190° C dopo 15 minuti. La rete dovrà avere un allungamento massimo a rottura nella direzione longitudinale del 6% e in quella trasversale del 6%. Dovrà inoltre essere ricoperta con uno strato di polimere elastomerici che permettono a breve pressione la autoadesività. La resistenza a trazione longitudinale e trasversale a breve termine non dovrà essere inferiore a 50 KN/m con un modulo di elasticità pari a 69 milioni Kpa ovvero 10 milioni psi: il peso della rete dovrà essere superiore a 250 g/mq.

Art. 44 Strato di fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

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; 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.

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 (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 idonei mezzi compattatori (rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi) in relazione alle caratteristiche dei luoghi in cui verrà realizzata la pavimentazione.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

La Direzione Lavori potrà, se lo riterrà opportuno, autorizzare anche il costipamento manuale.

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(i) (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0, 25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa. In caso contrario l'Appaltatore, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

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

Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, fra 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

ⁱ AASHO T 180-57 metodo D con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4". 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:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100-x)}{100 P_c - x d_i}$$

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).

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.

Art. 45 Strato di fondazione stradale in misto cementato

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei, impastata con cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicato in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito inferiore ai 10 cm (di norma 20 cm).

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati 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.

Per quanto riguarda la posa in opera, la miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibrantigommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273° K e superiori a 298° K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298° e i 303° K. In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288° e 291° K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

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 della stesa; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale.

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

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

Appena completati il costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

Per quanto riguarda i requisiti di accettazione, le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano

superati i limiti del fuso.

A discrezione della Direzione dei Lavori verrà verificata la rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri e comunque ogni 300 mc di materiale posto in opera.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Appaltatore dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla DL.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante 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 con l'applicazione della formula di trasformazione da letteratura, oppure con 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 con 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.

La DL effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori; in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 400 m. di strada o carreggiata.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti; in caso contrario sia per la planarità che per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo dell'Appaltatore a sua cura e spesa compensare gli

spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore in conglomerato bituminoso sovrastante.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella di cui sopra e comunque quella ordinata dalla Direzione Lavori.

Art. 46 Strato di sottofondazione stradale

La sottofondazione con funzione di strato drenante e anticapillare, avrà lo spessore di 50 cm, sarà costituita da una miscela di materiali granulari (ghiaia, ghiaietto, ghiaino) proveniente da materiale riciclato, ossia da scarti delle attività di costruzione e demolizione, tale da rispettare le prescrizioni della CNR UNI 10006-2002.

Il materiale dovrà avere granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 25% in peso e, comunque, con passante al setaccio 0.075 mm non superiore al 5%.

Il materiale dovrà avere plasticità nulla e risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato di bonifica con funzione drenante e anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche e determinazione dei limiti di Atterberg, da eseguirsi in ragione di almeno una prova ogni 1000 m³ di materiale posto in opera.

Art. 47 Conglomerato bituminosi di Base, Binder ed Usura

Il conglomerato è costituito da una miscela di inerti nuovi grossi, fini e filler (ghiaie, pietrischi, graniglie, sabbie ed additivi) impastata a caldo con bitume semisolido, di cui ai paragrafi precedenti, di seguito denominato "Bitume", in impianti di tipo fisso automatizzati di idonee caratteristiche.

Gli aggregati dovranno essere stoccati in appositi siti, ben separati fra le varie pezzature e in zone prive di ristagni d'acqua o di terreni argillosi.

I leganti bituminosi devono essere stoccati in idonee cisterne con controllo delle temperature.

Il conglomerato per i vari strati (base, binder, usura) è posto in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato. Ai fini del loro impiego i conglomerati bituminosi dovranno avere marcatura CE relativamente alle grandezze indicate.

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 D.L..

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

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione, con le caratteristiche indicate nella tabella riportata nei relativi paragrafi, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Il bitume dovrà essere del tipo 50÷70 e dovrà avere i requisiti prescritti dalle «Norme per l'accettazione dei bitumi» del C.N.R. - fasc. II/1951, con le variazioni proposte dal CEN.

Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1.00 e + 1.00:

$$\text{indice di penetrazione} = \frac{20u - 550v}{u + 50v}$$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova «palla-anello» in °C (a 25°C);

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

d) Miscela

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

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80÷100
Crivello 25	70÷95
Crivello 15	45÷70
Crivello 10	35÷60
Crivello 5	25÷50
Setaccio 2	20÷40
Setaccio 0,4	6÷20
Setaccio 0,18	4÷14
Setaccio 0,075	4÷8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 3.5-4% e il 4.5-5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973).

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15.3.1973), verrà 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 però superare quest'ultima di oltre 10°C.

- il volume dei vuoti residui, a compattazione completata in opera, dovrà essere compreso tra il 5% e il 9%, comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 97% della massa volumica dei provini compattati in laboratorio.

- le miscele di aggregati e leganti idrocarburi dovranno rispondere anche alle norme C.N.R. 134 - 1991.

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 ±5% e di sabbia superiore a ± 3% sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di ± 1.5% sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ± 0.3%.

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

La Direzione dei Lavori si riserva di richiedere:

- 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;
- 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 registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori potrà effettuare, 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'ammassamento 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, 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) Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) potranno essere impiegate, su richiesta della DL, speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione bitume - aggregato («dopes» di adesività),

costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18, in particolare nei seguenti casi:

- 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 130-140°C richiesta all'atto della stesa;
- 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.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

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 benessere 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.

L'immissione delle sostanze attivanti, cioè, nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Appaltatore un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidità e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (D %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti.

h) Posa in opera delle miscele

Il piano di posa dovrà risultare perfettamente pulito e privo di ogni residuo di qualsiasi natura.

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione o della massicciata dopo che sia stata accertata 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/m².

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 di dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa, dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 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 Marshall 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 5 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 dai disegni esecutivi salvo diversa disposizione della D.L..

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 C.N.R. sui materiali stradali - 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 prelievamento 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% (C.N.R. 34-1973);
- 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% (C.N.R. 34-1973);
- 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/mm², 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. Nei 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 50 ÷ 70 e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

d) Miscela

1) Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

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 4-4.5% ed il 5.5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973). 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 con valori dello scorrimento compresi tra 1,5 e 4 mm; 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.
- il volume dei vuoti residui, a compattazione completata in opera, dovrà essere compreso tra 5% e 8%, comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 97% della massa volumica dei provini compattati in laboratorio.
- nel caso che fosse necessario aprire al traffico lo strato di collegamento, il valore della resistenza all'attrito radente misurata con l'apparecchio SKID-TESTER e quello di HS (altezza in sabbia) non dovranno risultare inferiori rispettivamente a 50 ed a 0,4.

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.

2) Strato di usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Fuso A - Passante % totale in peso	Fuso B - Passante % totale in peso
Crivello 20	100	-
Crivello 15	90÷100	100
Crivello 10	70÷90	70÷100
Crivello 5	40÷55	40÷60
Setaccio 2	25÷38	25÷38
Setaccio 0,4	11÷20	11÷20
Setaccio 0,18	8 ÷15	8 ÷15
Setaccio 0,075	6 ÷10	6 ÷10

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4.5-5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973).

Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al 10% ± 2%.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

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:

- 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 10000 N [1000 Kg] con valori dello scorrimento compresi tra 1,5 e 4 mm; 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 350.
- 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.
- elevatissima resistenza all'usura superficiale.
- sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa.
- grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%; comunque la massa volumica del conglomerato in sito non dovrà essere inferiore al 98% della massa volumica dei provini compattati in laboratorio.
- 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 permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10-6 cm/sec.
- il valore della resistenza all'attrito radente misurata con l'apparecchio SKID-TESTER e quello di HS (altezza in

sabbia) non dovranno risultare inferiori rispettivamente a 60 ed a 0,4.

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, poichè la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

e) Controllo dei requisiti di accettazione

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

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

h) Posa in opera delle miscele

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Art. 48 Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettifilo-clotoide, rettifilo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbente).

Inerti

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati nei paragrafi precedenti per i conglomerati bituminosi con le seguenti eccezioni:

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0,44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

Legante

Il legante per tale strato di usura, dovrà essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

- Legante modificato + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butiadene stirene a struttura radiale:
 - Penetrazione a 25°C/298°K: 35 - 45
 - Punto di rammollimento (°K): 333-343
 - Indice di penetrazione: +1 / +3
 - Punto di rottura (Fraass), min. (°K): 261
 - Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K: 180 – 450
 - Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K: 0,2 – 2
- Legante modificato + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butiadene stirene a struttura radiale:
 - Penetrazione a 25°C/298°K: 50 - 70
 - Punto di rammollimento (°K): 328-343
 - Indice di penetrazione: +1 / +3
 - Punto di rottura (Fraass), min. (°K): 261
 - Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K: 180 – 450

non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 – 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (K_v in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$K_v = 15 \cdot 1,0-2$ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm³/min per la miscela del fuso "A" e maggiore di 8 dm³/min per le miscele dei fusi "B" e "C".

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m² 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

Art. 49 Pavimentazioni in masselli autobloccanti

I masselli ed il relativo strato di sabbia di allettamento dello spessore minimo di 4 cm, saranno posti in opera sopra uno strato di fondazione realizzato secondo le prescrizioni di cui agli articoli precedenti, preventivamente sagomato secondo le pendenze trasversali e longitudinali di progetto.

Si riportano di seguito le specifiche relative alla fornitura e posa in opera dei masselli in calcestruzzo.

Qualità e provenienza dei materiali

Masselli in calcestruzzo

I masselli in calcestruzzo saranno del tipo "ad alto potere autobloccante", avranno spessore di 80 mm, colore indicato dalla Direzione dei Lavori, resistenza convenzionale a compressione superiore a 60 N/mm², assorbimento medio di acqua inferiore al 12% in volume e massa volumetrica media superiore a 2200 kg/m³.

I masselli dovranno essere compattati e non dovranno presentare crepe, incrinature o segni di danneggiamento dei bordi. Dovranno avere ottime caratteristiche di stabilità e curabilità, forma geometrica controllata, superfici piane, bordi cianfrinati e colore omogeneo.

I masselli in fornitura dovranno essere accompagnati dai relativi certificati che attestino la loro rispondenza alle caratteristiche sopraprecisate, valutata secondo le metodologie di prova e le determinazioni tecniche stabilite nella Norma UNI 9065/1991 parti 1^a, 2^a e 3^a che si intendono far parte integrante della presente prescrizione tecnica.

Sabbia di allettamento

La sabbia costituente lo strato di posa dei masselli in calcestruzzo dovrà essere pulita e ben graduata, con curva granulometrica continua all'interno del seguente fuso granulometrico:

Serie crivelli o setacci UNI	Passante % totale in pesa
Crivello 10	100
Crivello 5	90-100
Setaccio 2	75-100
Setaccio 0,4	20- 50
Setaccio 0,18	5-20
Setaccio 0,075	0- 5

Il passante al setaccio da 0,075 mm dovrà comunque essere il più basso possibile. La sabbia potrà essere di origine naturale, provenire da frantumazione, oppure potrà essere una miscela di queste.

Il contenuto di elementi provenienti da rocce tenere, alterate, scistose o degradabili, dovrà essere inferiore all'1%.
L'equivalente in sabbia (Normativa CNR) dovrà essere maggiore di 80.

Sabbia di intasamento dei giunti

La sabbia per il riempimento dei giunti tra i masselli dovrà essere tutta passante al setaccio 1,18 mm, dovrà avere il 10% di passante al setaccio da 0,075 mm e dovrà essere libera da sali solubili che possano causare efflorescenze o macchie nei masselli. Il passante allo 0,075 dovrà essere di natura limosa.

Elementi perimetrali e cordonature

Saranno costituiti da in calcestruzzo preconfezionato, di resistenza idonea a sopportare il transito di una ruota di un veicolo pesante. La loro forma geometrica potrà anche comprendere una cunetta per il controllo delle acque superficiali.

La faccia delle cordonature rivolta verso i masselli in calcestruzzo dovrà essere perfettamente verticale.

Posa in opera

Stesa dello strato di allettamento

Lo strato di allettamento in sabbia dovrà essere steso sulla superficie dello strato di base in modo uniforme, in uno spessore in grado di poter ottenere, a costipamento avvenuto il richiesto spessore di 4 cm.

Qualora la superficie dello strato di base non risponda ai requisiti di regolarità prescritti, questa dovrà essere corretta prima della stesa dello strato di sabbia. In nessun caso dovrà essere usata la sabbia stessa quale materiale di livellamento.

L'umidità della sabbia dovrà essere del 4÷8% e dovrà essere quanto più possibile uniforme.

Lo strato di sabbia dovrà rimanere sciolto e protetto contro fenomeni che ne possano determinare la precompattazione accidentale prima della stesa dei masselli (pioggia, umidità o altro). Nel caso che ciò accada, lo strato di sabbia dovrà essere rimosso e risteso.

L'estensione dello strato di sabbia sciolta e livellata non dovrà essere superiore all'estensione di pavimentazione che può essere terminata in un giorno lavorativo.

Posa in opera dei masselli

I masselli dovranno essere posti in opera al di sopra dello strato livellato di sabbia sciolta, nell'ordine e secondo gli schemi indicati dalla Direzione dei Lavori.

Qualora non precisato, dovrà essere prescelta una disposizione dei masselli a lisca di pesce (schema 4 dell'Appendice B nella Norma UNI 9065/2).

I masselli dovranno essere accostati avendo cura di lasciare tra l'uno e l'altro un giunto di larghezza 2÷4 mm.

Tale giunto dovrà essere lasciato anche tra le cordonature e la prima fila di masselli.

Gli eventuali masselli di bordo, di dimensioni parzializzate, dovranno essere posti in opera alla fine, dopo la posa in opera delle file di masselli interi.

Per parzializzare i masselli dovranno essere usati utensili meccanici o idraulici o seghe elettriche a lama diamantata. Non dovranno essere usati masselli la cui dimensione sia stata ridotta a meno del 25% della loro dimensione originale. Per riempire vuoti residui di pavimentazione di larghezza tra i 25 e i 50 mm dovrà essere usata una miscela di cemento – sabbia – inerti, in proporzione 1:2:4. La dimensione massima degli inerti non dovrà superare il 30% della più piccola delle dimensioni degli spazi da riempire. Per spazi più piccoli di 25 mm dovranno essere usate malte preconfezionate.

Ad eccezione dei casi in cui sia necessario apportare piccole correzioni, i masselli non dovranno essere pistonati per essere messi in posizione. Nel caso di lievi aggiustamenti di posizione, si dovrà comunque evitare di costipare lo strato di sabbia allettamento.

Prima del costipamento, lo strato di masselli non dovrà essere trafficato.

Dopo la loro posa in opera, i masselli dovranno essere soggetti ad una azione di costipamento per ottenere l'assestamento dello strato di sabbia e per portare le quote della pavimentazione finita a quelle previste in progetto.

L'azione di costipamento potrà essere effettuata mediante piastre vibranti, ad alta frequenza e bassa ampiezza di vibrazione, aventi una superficie tale da interessare contemporaneamente non meno di 12 masselli.

Il costipamento dovrà essere eseguito in meno di 2 passate, meglio se 3.

Si dovrà evitare di costipare la fascia di larghezza di un metro lungo i bordi di pavimentazione non dotati di cordatura (zone di fine giornata).

Il costipamento dovrà continuare fintanto che sia eliminato qualsiasi dislivello tra elementi contigui. Tutti gli elementi che, durante l'operazione del costipamento, abbiano subito danni strutturali, dovranno essere immediatamente sostituiti.

Appena possibile, dopo il costipamento, e comunque prima del termine delle lavorazioni giornaliere e prima dell'apertura al traffico della pavimentazione, dovrà essere spersa sulla superficie la quantità di sabbia necessaria per l'intasamento dei giunti tra i masselli.

Quest'ultima verrà portata a riempire tutti i giunti mediante una intensa scopatura. Successivamente sarà necessario un ulteriore passaggio della piastra vibrante per compattare adeguatamente la sabbia all'interno dei giunti.

L'eccesso di sabbia dovrà essere in fine rimosso dalla pavimentazione prima della sua apertura al traffico.

Caratteristiche della superficie finita

La superficie finita dovrà risultare sagomata secondo in piani e le pendenze di progetto.

A costipamento effettuato, la superficie non dovrà discostarsi dalla livelletta di progetto di più di 5 mm su 50m di lunghezza e non dovrà presentare rialzi o avvallamenti superiori a mm 3 rispetto ad un regolo rettilineo, con faccia inferiore piana, di 4 metri di lunghezza comunque disposto sulla superficie.

Nel caso si dovessero riscontrare zone con avvallamenti o rialzi superiori a 3 mm, tali zone dovranno essere demolite e rifatte a spese dell'Impresa.

Art. 50 Pavimentazione viabilità vicinale

La viabilità vicinale di nuova realizzazione sarà costituita da uno strato di pietrisco 40/70, privo di materiale fino, e poggiante su apposito scavo di cassonetto formante un piano di posa privo di materie vegetali e livellato da costituire una superficie regolare.

Il pietrisco verrà costipato con adatto mezzo meccanico approvato dalla Direzione dei Lavori, il tutto per avere finito uno spessore minimo di 20-30 cm e comunque variabile sulla base dei disegni esecutivi e delle disposizioni impartite dalla D.L. La viabilità vicinale esistente, oggetto di risanamento, sarà costituita mediante ricarica con uno strato di pietrisco 40/70, privo di materiale fino, e poggiante sul fondo stradale esistente precedentemente livellato da costituire una superficie regolare.

La finitura superficiale delle viabilità vicinali sarà costituita da pietrisco e materiale d'aggregazione, assestati col rullo compressore e legati con acqua.

Sia il pietrisco che il materiale d'aggregazione devono provenire dalla frantumazione e vagliatura di rocce idonee. Il pietrisco deve essere costituito da elementi puliti, duri e durevoli, e deve essere privo di elementi piatti, sottili, allungati, teneri o alterati, e di particelle terrose o comunque dannose; la sua percentuale d'usura alla prova di Los Angeles non deve risultare superiore a 50 dopo 500 rivoluzioni. La granulometria del pietrisco e del materiale d'aggregazione viene così indicata dall'AASHO:

Pietrisco:

- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 76 mm 100%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 63 mm 90-100%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 38 mm 25-60%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 19 mm 0-10%

Materiale d'aggregazione:

- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 10 mm 100%
- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 0,42 (n.40) 85-100%

- Passante dal setaccio a maglie quadrate di 0,15 mm (n.100) 5-25%

Si prescrive per il pietrisco una resistenza a compressione di almeno 1.200 Kg/cm², un coefficiente Deval di almeno 12, e una granulometria assortita tra 25 e 71 mm o tra 40 e 71 mm.

Il pietrisco viene sparso uniformemente sul sottofondo accuratamente predisposto, in uno strato che al massimo deve avere l'altezza di 15 cm. Dopo il costipamento quest'altezza si riduce a 10 cm circa, per cui se lo strato di base deve risultare di 20 o 30 cm di spessore, occorre che la sua esecuzione venga fatta in due tempi.

Lo strato di pietrisco viene assestato con un rullo a tre ruote lisce, del peso di almeno 12 t.

La pressione esercitata dalle ruote posteriori del rullo non deve risultare inferiore ai 55-60 Kg per centimetro lineare di generatrice di contatto. La cilindatura va iniziata dai margini della carreggiata e proseguita verso il centro, in modo che ad ogni passata venga ricoperta anche una striscia larga almeno quanto metà di una ruota posteriore.

Durante la cilindatura il materiale sin dall'inizio viene bagnato con fini getti d'acqua a mezzo di carri botte o di lance. Quando lo strato si è sufficientemente assestato, sul pietrisco, a strati sottili, si comincia a spargere il materiale d'aggregazione, spingendolo negli interstizi a mezzo di scope.

Lo spargimento, la cilindatura e l'innaffiamento devono venire proseguiti sino a quando il materiale d'aggregazione e l'acqua formano una ganga in quantità tale da poter chiudere tutti i vani del pietrisco. La ganga che rifluisce deve essere di continuo distribuita sulla superficie a mezzo di spazzoloni mossi a mano. L'operazione deve ritenersi terminata quando tutta la superficie si presenta ben chiusa, coi singoli elementi di pietrisco bene accostati e fermi, e quando lo strato non cede più al passaggio del rullo.

Nell'Elenco Prezzi le singole voci componenti tale lavorazione sono compensate per metro cubo di materiale posto in opera reso compattato per cui gli spessori sopra riportati sono indicativi e possono essere variati di volta in volta sulla base delle disposizioni impartite dalla D.L..

Art. 51 Pavimentazione per marciapiedi

Si prevede di norma e salvo diverse precisazioni progettuali o della D.L., la seguente pavimentazione:

Tessuto non tessuto	peso>400g/mq
Strato di base non bituminoso	30 cm.
Massetto in cls 250 kg/mc	10 cm.
Pavimentazione bituminosa	2-3 cm.

La pavimentazione bituminosa sarà costruita con uno strato di pietrisco bitumato di cm 2 con sovrastante strato di mm 6-7 di conglomerato bituminoso tipo Sintex, Asfaltival o similari. La posa in opera del pietrischetto bitumato dovrà essere eseguita a strati previa accurata pulizia, mediante lavaggio e soffiatura, del piano di posa nonché la sparsa di emulsione di ancoraggio.

Art. 52 Cordonature

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente Rck >25 MPa, in elementi di lunghezza m 1,00, spessore 15 cm ed altezza 25 cm, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

Gli elementi non dovranno presentare imperfezione, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista, regolari e ben rifinite.

Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente Rck >25 MPa, interponendo uno strato di malta dosata a Kg/m³ 400 di cemento.

La posa in opera della cordonata dovrà essere eseguita da personale specializzato.

Non saranno tollerati difetti di linea e di piano anche minimi e comunque percettibili ad occhio con accurata osservazione da ogni posizione.

Durante la posa degli elementi di cordonata dovrà essere sempre presente un cementista per quella in finta pietra, i quali integreranno le varie squadre di posatori togliendo agli elementi stessi i difetti che si presentassero al momento della posa

ed infine rettificeranno la cordona già fissata in opera, onde avere le facce a vista perfettamente correnti secondo le superfici piane o di evoluzione ed il filo interno perfettamente costante.

Art. 53 Barriere di sicurezza e parapetti per manufatti stradali in elementi prefabbricati in lamiera d'acciaio zincato

Le barriere ed i parapetti metallici debbono avere caratteristiche tali da resistere ad urti di veicoli, qualunque sia l'angolo di incidenza, e da presentare una deformabilità pressoché costante in qualsiasi punto della barriera.

Caratteristiche delle barriere e dei parapetti

La barriera sarà costituita da una serie di sostegni in profilato metallico e da una fascia orizzontale, pure metallica, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori. Le fasce dovranno essere fissate ai sostegni in modo che l'altezza del loro asse risulti a cm 45 circa dal piano della pavimentazione finita e che il loro filo esterno abbia aggetto non inferiore a cm 15 dalla faccia del sostegno lato strada.

I sostegni della barriera saranno costituiti da profilati metallici.

L'interasse dei sostegni sarà compreso fra m 3 e m 4 ed essi dovranno essere infissi nel terreno con battipalo per una profondità non minore di m 0,90.

Si dovranno prevedere senza oneri aggiuntivi una maggiore profondità, od altri accorgimenti esecutivi, per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza. Nel caso di barriere ricadenti su opere d'arte, i sostegni, ferma restando l'altezza della fascia rispetto al piano viabile, saranno alloggiati, per la occorrente profondità, in fori predisposti o da praticare, a cura e spesa dell'Impresa, sulle opere d'arte e fissati con malta cementizia. I fori dovranno essere eseguiti con ogni cautela onde non compromettere la stabilità delle opere murarie.

Qualora i sostegni non potessero essere infissi sull'opera d'arte, si provvederà, sempre a cura e spesa dell'Impresa, al loro fissaggio mediante una piastra metallica opportunamente imbullonata al calcestruzzo.

Le fasce saranno costituite da un nastro metallico a doppia onda ed avranno altezza non inferiore a cm 30. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di cm 25. Le giunzioni saranno effettuate in modo da presentare le sovrapposizioni rivolte in senso contrario alla marcia dei veicoli.

Il collegamento delle fasce fra loro ed ai sostegni deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i bulloni ed i sistemi di attacco debbono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori da parte dei bulloni, possa verificarsi lo sfilamento delle fasce.

Si precisa che in corrispondenza di ogni paletto dovrà esservi una giunzione, non essendo assolutamente ammesso che uno stesso tratto di fascia abbracci più paletti insieme.

La barriera dovrà rispondere alla più recente normativa in base al nuovo codice della strada.

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

I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni in profilato metallico posto ad altezza non inferiore a m 1 dal piano di pavimentazione finita. I sostegni per parapetti saranno in profilato di acciaio in un solo pezzo opportunamente sagomato ed avranno, per la parte inferiore reggente la fascia, caratteristiche di resistenza pari a quelle richieste per i sostegni delle barriere.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiori a mm 45 e spessore non inferiore a mm 2.4, sarà fissato allo stesso sostegno della fascia. Tutte le parti metalliche, sia delle barriere che dei parapetti, dovranno essere assoggettate alla zincatura mediante procedimento a bagno.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 305 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53.

Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovranno essere installati dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a centimetri quadrati 50, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

Art. 54 Recinzioni

Le recinzioni saranno costituite come da disegno e ove non specificato da rete metallica zincata e plastificata alta 2.0 m. e del peso non inferiore a 2 kg/mq, montata su pali metallici zincati a T (sezione mm 35x35x5,5) aventi interasse di m. 2.5 e dotati di saette di controvento zincate ad U (sez. mm 25x12x4) ad interasse di 25 m. e in corrispondenza di angoli o cambiamenti di direzione.

I montanti verranno alloggiati in appositi blocchi di base delle dimensioni minime di m 0,3x0,3x0,5 realizzati in conglomerato cementizio, lo stesso dicasi per l'alloggiamento delle saette di controvento.

Art. 55 Cancelli metallici

I cancelli metallici hanno larghezza utile minima di m. 4 ed altezza di m. 2 e saranno realizzati in profilati metallici saldati e poi zincati a caldo, a doppia anta e del peso non inferiore a 300 kg cadauno cancello.

Il materiale avrà caratteristiche minime tipo Feb 360 e sarà trattato, oltre la zincatura, con una mano di aggrappante e due mani di colore verde RAL 6003.

Il peso di ogni singolo cancello, compresi i montanti, non dovrà essere inferiore a 300 kg, l'apertura sarà del tipo a doppia anta con serratura tipo yale.

I disegni con la proposta realizzativa dei cancelli e le specifiche del materiale utilizzato dovranno essere sottoposte alla D.L. per la preventiva approvazione prima della realizzazione dei medesimi.

Il cancello verrà sorretto da due montanti metallici laterali fondati su apposita trave di collegamento in cls delle dimensioni minime di cm. 50x50 della lunghezza di m. 5 armata con 4 Ø 16 correnti e staffe Ø 8/30 posata su magrone di cls dello spessore non inferiore a cm. 10.

I montanti saranno ancorati con tirafondi in modo da poter procedere al loro smontaggio senza dover demolire la trave di fondazione.

La battuta inferiore del cancello, realizzata con profilato ad L, verrà appoggiata su detta trave.

Art. 56 Manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio precompresso per strutture e pareti perimetrali

A - Normativa di riferimento

- Legge 5.11.1971, n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2.2.1974, n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.M. LL.PP. 27.7.1985, n. 37: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e Circ. Min. LL.PP. 31 ottobre 1986, n. 27996 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 12.2.1982: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" e Circ. Min. LL.PP. 24.5.1982, n. 22631 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 24.1.1986: "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" e Circ. Min. LL.PP. 19.7.1986, n. 27690 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 3.12.1987: "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- D.M. LL.PP. 21.1.1981, n. 6: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e Circ. Min. LL.PP. 3.6.1981, n. 21597 contenente le istruzioni relative.
- Circolare n. 1422 del 6.2.1965 del Ministero Lavori Pubblici Istruzioni per il rilascio della dichiarazione di idoneità tecnica di sistemi costruttivi e strutture portanti prevista negli artt. 1 e 2 della legge 5 novembre 1964, n. 1224, con particolare riferimento alle strutture prefabbricate.

- Circ. Min. LLPP 14 febbraio 1974 n. 11951. Applicazione delle norme sul cemento armato in riferimento alla legge 5.11.71 n. 1086.
- Circ. Min. LLPP 9 gennaio 1980 n. 20049. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato.
- Circ. Min. LLPP 30 giugno 1980 n. 20244. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- Circ. Min. LLPP 24 maggio 1982 n. 22631 Istruzioni relative ai carichi, ai sovraccarichi ed ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni.
- Norme Tecniche CNR - 14 dicembre 1983 n. 10025/84 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati.
- Norme Tecniche CNR, n. 10012/85 Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni.
- Circ. Min. LLPP 31 ottobre 1986 n. 27996. Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche di cui al D.M. 27.7.85.
- Circ. Min. LLPP 1 settembre 1987 n. 29010. "Legge 5.11.71 n. 1086 - D.M. 27.7.85"
Controllo dei materiali in genere e degli acciai per cemento armato normale in particolare.
- Circ. Min. LLPP 16 marzo 1989 n. 31104. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate.
- D.M. 14 febbraio 1992. Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione, delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

B - Definizioni

Quanto contenuto nel presente Paragrafo si riferisce a manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, costruiti in stabilimento (in serie "dichiarata" o serie "controllata") o a piè d'opera.

C - Generalità

Analisi strutturale

Le verifiche si applicano sia alla struttura presa nel suo insieme che a ciascuno dei suoi elementi costruttivi; esse debbono essere soddisfatte sia durante l'esercizio sia nelle diverse fasi di produzione, stoccaggio, trasporto e montaggio.

La profondità dell'appoggio deve essere tale da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno.

D - Tolleranze

Si individuano due gruppi di tolleranze:

- la tolleranza di produzione;
- la tolleranza di montaggio.

I limiti di tolleranza devono essere chiaramente indicati in funzione del tipo di struttura e delle caratteristiche tecniche di fabbricazione.

E - Casseforme

Le casseforme devono garantire la rispondenza alle tolleranze dimensionali del progetto.

F - Maturazioni

Per la maturazione di tipo artificiale e/o naturale si devono eseguire particolari controlli sulla resistenza dei manufatti. A tutti gli elementi di serie omogenee deve venire applicato un ciclo di maturazione e di disarmo tale da garantire l'ottenimento delle caratteristiche prefissate.

G - Stoccaggio

Le aree di stoccaggio devono essere organizzate in modo da non assoggettare gli elementi a sollecitazioni parassite.

La permanenza in stoccaggio, se necessaria, dovrà avere durata tale da rendere il manufatto idoneo al trasporto.

H - Trasporto

Non può essere effettuato il trasporto finché la stagionatura dell'elemento non assicuri il raggiungimento delle caratteristiche di resistenza richieste in relazione alla modalità del trasporto stesso.

L'elemento deve posare sul mezzo di trasporto secondo gli schemi statici previsti, tenendo conto delle variazioni geometriche che il mezzo può subire durante la marcia.

I - Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di appoggio dell'elemento prefabbricato, devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso.

L - Posizionamento

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti.

M - Sigillature

Sono previste sigillature tra i pannelli prefabbricati, e tra pannelli ed altre strutture con mastice non essiccante e non corrosivo a base di tiokol, per giunti orizzontali, verticali, inclinati o curvi. In opera il mastice (tipo polevomastic, o simili) deve sopportare allungamenti, in senso trasversale, fino al 300 %, senza rotture e senza perdere le proprie qualità adesive, essere inattaccabile dai solventi, acidi diluiti, oli minerali e vegetali, acqua e luce solare, mantenere le proprie caratteristiche entro una escursione termica da -50 a +100 gradi centigradi e non espandersi.

N - Controllo e collaudi

I controlli sui materiali dovranno essere in conformità alle prescrizioni di legge vigenti.

I manufatti prodotti in serie dovranno essere conformi alle caratteristiche geometriche e dimensionali indicate nella documentazione depositata presso il Ministero dei Lavori Pubblici, ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086.

Fermo restando il disposto delle norme tecniche sulle opere in c.a., c.a.p. e acciaio relative al collaudo statico, su strutture prefabbricate già assemblate e poste in opera si devono eseguire opportune indagini atte a verificare la rispondenza dell'opera ai requisiti di progetto.

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal collaudatore, dovranno accertare il comportamento statico dei prefabbricati nel complesso strutturale.

O - Caratteristiche dei materiali costituenti le strutture prefabbricate in c.a.

Calcestruzzo

Manufatti prodotti in stabilimento in cemento armato normale vibrato.

Rck >= 400

Manufatti prodotti in stabilimento in cemento armato precompresso.

Rck >= 500

Acciaio per armatura lenta

Feb44 k di tensione ammissibile 2600 Kg/cmq nel rispetto del prospetto 2 del D.M. 14.2.92.

Acciaio armonico per cemento armato precompresso.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

Durante l'allestimento dei cavi di acciaio non dovranno essere piegati; i fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzate con nastro adesivo ad intervalli di cm 70.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di mm 6, avvolta intorno ad ogni cavo, con passo di 80÷100 cm.

Le filettature delle barre dovranno essere protette fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi. Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

I prodotti provenienti dall'estero saranno considerati controllati in stabilimento, qualora rispettino la stessa procedura prevista per i prodotti nazionali di cui al punto 2.2.8.2 della parte 1^a del D.M. 27 Luglio 1985.

Gli acciai provenienti da stabilimenti di produzione dei Paesi della CEE saranno considerati appartenenti alla categoria degli acciai controllati in stabilimento, purché l'azienda produttrice abbia depositato presso il Ministero dei LL.PP. idonea certificazione riconosciuta con decreto dello stesso Ministero sentito il Consiglio Superiore dei LL.PP. (D.M. 27 Luglio 1985).

P - Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di strutture in c.a.p. nuove

Nelle strutture in cemento armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua o ottenuta da una miscela di cemento, additivi ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas aggressivi .

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di Legge (D.MM. 1.4.1983) - si precisa quanto segue, intendendosi sostituite dalla prescrizioni analoghe contenute nel citato D.M.:

la fluidità della boiaccia di iniezione dovrà essere misurata per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata (± 3 secondi, nel tempo di scolo del cono, purché non si scenda al di sotto dei 15 secondi). Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la boiaccia di sfido non venga scaricata senza alcun controllo, sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfidi;

è richiesto l'uso di acqua potabile per l'impasto, in ragione del 30%-38% in peso rispetto al peso dei materiali solidi;

l'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità. È proibito l'impasto a mano; il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh modificato;

la ritenzione di acqua a cinque minuti dall'impasto dovrà essere superiore al 90% (norma ASTM C 91);

l'essudazione non dovrà essere superiore all'0,2% del volume;

il ritiro dovrà essere assente almeno di 400 micron di lunghezza a due giorni (Norma UNI 8147);

il tempo d'inizio non dovrà essere inferiore a tre ore (a trenta gradi centigradi);

è tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfido in corrispondenza a tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali. Egualmente dovranno esserci tubi di sfido nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello. All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere al termine dell'iniezione, la pressione entro la guaina stessa, per un tempo di almeno 5 ore;

l'iniezione dovrà avere carattere di continuità, e non potrà venire assolutamente interrotta. In caso di interruzioni dovute a cause di forza maggiore e superiori a 5 minuti, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio;

è preferibile l'impiego di cemento tipo 325 (usando il 425 solo per gli impieghi in inverno).

Misura della fluidità con cono di march modificato

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere la forma e le dimensioni che seguono: cono con diametro di base 15,5 cm altezza 29 cm; ugello cilindrico diametro interno 1,0 cm, altezza 6 cm, riempimento fino al 1 cm

dal bordo superiore. La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo del contenuto del cono, diviso per due.

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo sarà compreso tra 15 e 25 s subito dopo l'impasto e tra 25 e 35 s a 30 minuti dall'impasto (operando alla temperatura di 20 C).

Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding)

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cmc, diametro cm 6, riempita con 6 cm di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.

La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento, con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

ESTRATTO DAL D.M. 1.4.1983 (PUNTI 6.2.4.2.1/2/3/4); OMISSIS

La resistenza a trazione per flessione a 8 giorni deve essere maggiore o uguale a 4 N/mm² [40 KGF cmq].

- a) dopo l'impasto la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi;
- b) immediatamente prima della iniezione di malta, i cavi saranno puliti;
- c) l'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni la pompa deve avere capacità sufficiente perché i cavi di diametro inferiore a 10 cm. La velocità della malta sia compresa fra 6 e 12 m al minuto, senza che la pressione superi le 10 atm;
- d) la pompa deve avere un efficace dispositivo per evitare le sovrapposizioni;
- e) non è ammessa l'iniezione con aria compressa;
- f) quando possibile l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto;
- g) per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore;
- h) la malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quello della bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 5 atm fin tanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto;
- i) la connessione fra ugello del tubo di iniezione ed il condotto deve essere realizzata con dispositivo e tale che non possa aversi entrata d'aria;
- l) appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta se necessario.

Operazione di iniezione

- a) dopo l'impasto la malta deve essere mantenuta in movimento continuo. È essenziale che l'impasto sia esente da grumi;
- b) immediatamente prima della iniezione di malta, i cavi saranno puliti;
- c) l'iniezione deve avvenire con continuità e senza interruzioni. La pompa deve avere capacità sufficiente perché in cavi di diametro inferiore a cm 10 la velocità della malta sia compresa fra m 6 e m 12 al minuto, senza che la pressione superi 10 bar;
- d) la pompa deve avere un efficace dispositivo per evitare le sovrappressioni;
- e) non è ammessa l'iniezione con aria compressa;
- f) quando possibile l'iniezione si deve effettuare dal più basso ancoraggio o dal più basso foro del condotto;
- g) per condotti di grande diametro può essere necessario ripetere l'iniezione dopo circa due ore;
- h) la malta che esce dagli sfiati deve essere analoga a quella alla bocca di immissione e non contenere bolle d'aria; una volta chiusi gli sfiati si manterrà una pressione di 5 bar fintanto che la pressione permane senza pompare per almeno 1 minuto,
- i) la connessione fra ugello del tubo di iniezione ed il condotto deve essere realizzata con dispositivo meccanico e tale che non possa aversi entrata d'aria;

- l) appena terminata l'iniezione, bisogna avere cura di evitare perdite di malta dal cavo. I tubi di iniezione devono essere di conseguenza colmati di malta se necessario.

Condotti

- a) I punti di fissaggio dei condotti debbono essere frequenti ed evitare un andamento serpeggiante;
b) ad evitare sacche di aria dovranno essere disposti sfiati nei punti più alti del cavo;
c) i condotti debbono avere forma regolare, preferibilmente circolare.

La loro sezione deve risultare maggiore di:

$$A_0 = 2 \cdot \sum_1^N A_i$$

in cui A_i è l'area del singolo filo o treccia, trefolo o barra ed N il loro numero; in ogni caso l'area libera del condotto dovrà risultare non minore di 4 cmq.

- d) si devono evitare per quanto possibile brusche deviazioni o cambiamenti di sezione.

Iniezioni

Fino al momento della iniezione nei cavi occorre proteggere l'armatura dall'ossigenazione. Le iniezioni dovranno essere eseguite entro 15 giorni a partire dalla messa in tensione salvo casi eccezionali di ritardatura nei quali debbono essere adottati accorgimenti speciali al fine di evitare che possano iniziare fenomeni di corrosione.

In tempo di gelo è bene rinviare le iniezioni, a meno che non siano prese precauzioni speciali.

Se si è sicuri che la temperatura della struttura non scenderà al di sotto di 5 gradi centigradi nelle 48 ore seguenti alla iniezione, si può continuare l'iniezione stessa con una malta antigelo di cui si sia accertata la non aggressività, contenete dal 6 al 10% di aria occlusa.

Se si prevede gelo nelle 48 ore seguenti all'iniezione, bisogna riscaldare la struttura, e mantenerla calda per almeno 48 ore in modo che la temperatura della malta iniettata non scenda al di sotto di 5 gradi centigradi.

Dopo il periodo di gelo bisogna assicurarsi che i condotti siano completamente liberi dal ghiaccio o brina. È vietato il lavaggio a vapore.

Art. 57 Strutture in acciaio

A - Scopo della specifica

Lo scopo della presente specifica è quello di fissare i requisiti tecnici generali per l'acquisizione dei materiali, per la realizzazione, il controllo e la fornitura delle strutture in acciaio.

B - Normativa di riferimento

La presente specifica è basata sulle leggi, norme e regolamenti vigenti tra anni:

- Legge 5.11.1971, n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- Legge 2.2.1974, n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- D.M. LL.PP. 14.02.1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" e Circ. Min. LL.PP. contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 12.2.1982: "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" e Circ. Min. LL.PP. 24.5.1982, n. 22631 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 24.1.1986: "Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche" e Circ. Min. LL.PP. 19.7.1986, n. 27690 contenente le istruzioni relative.
- D.M. LL.PP. 21.1.1981, n. 6: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e Circ. Min. LL.PP. 3.6.1981, n. 21597 contenente le istruzioni relative.

- CNR 10011/85 Costruzioni in acciaio Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione
- CNR 10012/85 Ipotesi di carico sulle costruzioni
- CNR 10018/85 Apparecchi di appoggio di gomma e PTFE nelle costruzioni: istruzioni per il calcolo e l'impiego
- UNI Gruppo 108 Saldatura
- UNI Gruppo 153 Generalità sulla bulloneria
- UNI Gruppo 155 Viti e bulloni - categoria C
- UNI Gruppo 156 Viti, dadi, rosette e piastrine ad alta resistenza
- UNI Gruppo 167 Dadi esagonali e quadri
- UNI Gruppo 172 Rosette, piastrine e controdadi - Norme generali
- UNI Gruppo 173 Rosette, piastrine e controdadi - Norme dimensionali
- UNI Gruppo 433 Lamiere e nastri
- UNI Gruppo 435 Profilati
- UNI Gruppo 436 Barre, vergelle e larghi piatti
- UNI Gruppo 440 Blocchi, dischi, anelli e manicotti
- UNI Gruppo 441 Tubi

Nel caso in cui i riferimenti citati siano insufficienti deve essere fatto riferimento ad appropriate normative concordate tra D.L. progettisti e costruttore.

C - Generalità e qualità dei materiali

Gli acciai impiegati saranno del tipo Fe 360 B, Fe 430 B, Fe 520 B. È ammesso l'uso di altri tipi di acciai di uguali o più elevate caratteristiche meccaniche e comunque rispondenti ai requisiti della norma UNI 10011.

Gli acciai per strutture devono essere del tipo colmato.

I bulloni ad alta resistenza avranno viti di classe 10.9 e dadi in 8G, quelli normali di classe 6.6 e dadi in 5.5.

Nei giunti ad attrito dovranno essere impiegati bulloni ad alta resistenza.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche" (DM 27.7.1985 e successivi aggiornamenti).

Per quanto applicabili e non in contrasto con le suddette Norme, si richiamano qui espressamente anche le seguenti Norme UNI:

UNI 7070/82 relativa ai prodotti laminati a caldo di acciaio non legato di base e di qualità;

UNI 10011/88 relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati", la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;

le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;

le classi di qualità delle saldature;

il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature, e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;

gli schemi di montaggio e controfrecce di officina.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali, nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà inoltre far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura, o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. 27.7.1985 e successivi aggiornamenti, e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

D - Saldature

Potranno essere impiegati i seguenti procedimenti di saldatura:

- saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti;
- saldatura automatica o semiautomatica ad arco sommerso;
- saldatura automatica o semiautomatica a filo continuo pieno o animato sotto gas di protezione (CO₂ o sue miscele).

Eventuali saldature in cantiere dovranno essere eseguite con procedimento manuale ad elettrodo rivestito.

- gli elettrodi da impiegare dovranno essere a rivestimento basico omologati sec. UNI 5132 nelle classe E44/E52 CL 4B;
- l'impiego di elettrodi omologati secondo UNI 5132 esula da prova di qualifica del procedimento;
- l'impiego dei procedimenti a filo continuo pieno e animato e di quello ad arco sommerso è subordinato alla qualifica dei procedimenti stessi;
- i seggi di qualifica dovranno essere rappresentativi dei giunti da realizzare in costruzione e rispondere ai requisiti dal D.M. e dalla UNI 10011/88. Le qualifiche dovranno essere rilasciate dall'Istituto Italiano della Saldatura.

I saldatori impiegati dovranno essere qualificati secondo la normativa nazionale, la qualifica deve essere rilasciata dall'I.I.S. o altro qualificato.

Allo scopo di ottemperare a quanto prescritto dovrà fornire la seguente documentazione:

- a) liste generali di saldatura, tipi di saldatura, procedimenti e materiali di saldatura utilizzati;
- b) descrizione dei procedimenti di saldatura e relative qualifiche;
- c) elenco saldatori e loro qualifica.

Le preparazioni di saldatura dovranno avere le dimensioni eventualmente illustrate nei disegni costruttivi e rispondenti ai requisiti delle UNI 11001.

Dove necessario i lembi dovranno essere preparati tramite lavorazione di macchina, molettatura o assitaglio che dovrà essere regolarizzato da successiva molatura.

I lembi al momento della saldatura devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi e ogni altro materiale estraneo.

Nel caso siano richieste saldature di testa o a T a piena penetrazione dovranno essere zincate e molate alla radice fino a trovare metallo esente da difetti e successivamente completate.

Nell'assemblare e saldare parti di una struttura il procedimento e la sequenza di saldatura dovranno essere idonei ad evitare inutili distorsioni e a rendere minime le sollecitazioni dovute al ritiro di saldatura.

Le giunzioni saldate di testa saranno di 1 classe e devono soddisfare i limiti di difetti richiesti per il raggruppamento B della UNI 7278.

I giunti con cordoni d'angolo devono essere considerati come appartenenti ad una unica classe caratterizzata da una ragionevole assenza di difetti interni e di nicchie di strappo sui lembi dei cordoni.

E - Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina, dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi di cui al precedente titolo "Generalità";
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina,;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'Impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possano essere tollerati giochi da mm 2 a mm 5 di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono sere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro - chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell' art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. 27.7.1985 e successivi aggiornamenti). Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano, con assoluto divieto dell'uso della fiamma, e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza) le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri:

D = mm 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27;

- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che a giudizio della Direzione Lavori potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati con controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

Saldature

- a) ESAME VISIVO: le saldature saranno sottoposte ad un accurato controllo visivo per la ricerca dei difetti superficiali e per valutare la regolarità dei cordoni. L'esame dovrà essere condotto da personale dotato di preparazione specifica;
- b) ESAME MAGNETOGRAFICO: verrà utilizzato per la ricerca di difetti superficiali e superficiali, la tecnica esecutiva sarà conforme a quanto indicato nella norma UNI 7704, classe di controllo 52. I difetti che possono essere caratterizzati come nicchie superficiali o non emergenti in superfici non saranno accettati;

- c) ESAME ULTRASUONO: sarà eseguito su eventuali giunti a T a piena penetrazione con le modalità riportate sulla norma UNI 8387 (2^a classe). Non saranno accettate incollature, e mancanza di penetrazione al vertice;
- d) ESAME RADIOGRAFICI: sarà eseguito su eventuali giunti testa a testa con le modalità riportate nella norma UNI 8956 classe di sensibilità radiografica 2^a. Potranno essere utilizzate apparecchiature a raggi X oppure sorgenti di raggio Y.

In particolari condizioni potrà essere sostituito il controllo ultrasuono.

I suddetti controlli saranno eseguiti da personale qualificato almeno al 2° livello secondo ASNT-TC-1A.

F - Regole pratiche di progettazione

Si fa riferimento alle norme CNR 10011785 di cui di seguito si indicano i capitoli:

- 1 Introduzione
- 2 Materiali
- 3 Metodi di calcolo
- 4 Resistenze di calcolo e limiti di deformabilità
- 5 Verifiche di resistenza dei collegamenti
- 6 Verifiche di resistenza delle membrature
- 7 Verifiche di stabilità
- 8 Verifiche relative alla fatica
- 9 Regole pratiche di progettazione ed esecuzione
- 10 Controlli sui prodotti laminati per strutture in acciaio
- 11 Redazione del progetto, collaudo, sorveglianza e manutenzione

Per gli apparecchi di appoggio in gomma e PTFE vedi la norma CNR 10018/85.

G - Tolleranze di lavorazione o di montaggio

Le opere murarie alle quali le carpenterie metalliche dovranno essere connesse potranno avere le seguenti tolleranze:

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 10 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 30 mm;
- lunghezze: 1/200 della dimensione nominale con un max di 30 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max di 30 mm;
- il fuori piombo max delle strutture verticali potrà essere pari ad 1/500 dell'altezza della struttura stessa, con un max di 20 mm.

Le carpenterie montate dovranno avere le seguenti tolleranze massime:

- fuori piano (distanza di uno dei vertici dal piano definito dagli altri tre): max 1 mm per ogni metro di distanza dallo spigolo più vicino con un max di 4 mm;
- lunghezze: 1/1000 della dimensione nominale con un max di 10 mm; la somma degli scarti tollerati tra gli elementi contigui sommandosi dovrà essere inferiore alla tolleranza max 10 mm;

il fuori piombo max delle colonne non dovrà superare l'1, 5/1000 dell'altezza della struttura, con un max di 5 mm.

H - Esecuzione delle opere

Prima di dare corso alla lavorazione degli elementi componenti la struttura, si dovranno sottoporre all'approvazione della D.L. tutti i disegni di officina ed i casellari suddivisi per tipo e qualità, redatti in conformità ai disegni di progetto ed alle misure rilevate in luogo.

Le opere dovranno essere attentamente coordinate anche in relazione a tutte le predisposizioni richieste in progetto (ad es.: cave, connessioni, ancoraggi, ecc.).

L'Appaltatore dovrà provvedere affinché sia assicurata la continuità elettrica fra i vari elementi costituenti la struttura e dovrà predisporre, nelle posizioni indicate dalle Direzione dei Lavori, i necessari attacchi per le connessioni alla rete di messa a terra generale della costruzione.

Dovranno risultare lavorate diligentemente, con maestria, regolari di forme, precise nelle dimensioni e rispondenti agli

elaborati tecnici di progetto ed ai disegni esecutivi di cantiere approvati preventivamente dalla Direzione dei Lavori.

Le superficie di contatto devono essere convenientemente piane ed ortogonali all'asse delle membrature collegate.

In ogni caso la planarità delle superfici delle flange deve essere garantita anche dopo la saldatura.

Le forature devono essere preferibilmente eseguite col trapano ed anche col punzone perché successivamente dosati. Per forature di ordinaria importanza statica e fino a spessori di 12 mm è ammessa la punzonatura dei fori al diametro definitivo purché venga opportunamente eseguita e controllata al fine di evitare la formazione di nicchie e bave.

E' vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione dei fori.

Non sono ammesse eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro - vite.

Per il serraggio dei bulloni dovranno essere usate chiavi dinamometriche a mano o pneumatiche con precisione non minore del 10%.

I bulloni verranno prima serrati al 60% della coppia prevista e quindi si procederà al serraggio completo.

Non potranno essere eseguite saldature in ambienti con temperatura inferiore a -5°C.

I tagli non dovranno presentare strappi, riprese o sbavature. Essi dovranno essere regolari, passati con la smerigliatrice.

Raddrizzamenti, spianamenti, ecc. dovranno essere effettuati con dispositivi agenti a pressione, senza riscaldamenti locali per non generare tensioni residue.

I - Posa in opera

Dovrà essere eseguita con la massima precisione, rispettando quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento.

Tutti gli elementi dovranno essere solidamente e sicuramente fissati.

Il numero e le dimensioni degli ancoraggi e degli altri elementi di fissaggio dovranno essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti dalla struttura anche in fase di montaggio parziale.

I tagli, gli incassi nelle murature dovranno avere le minime dimensioni necessarie, per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza per questo compromettere l'integrità della struttura muraria. Essi dovranno essere accuratamente puliti e bagnati prima di essere sigillati.

La sigillatura dovrà essere eseguita con l'impiego di malta di cemento o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda della dimensione degli incassi. Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso o cemento a presa rapida; è consigliato l'uso di malte o betoncini a ritiro controllato.

Gli elementi strutturali interessati da ancoraggi nelle murature dovranno essere solidamente assicurati nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisionali, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa.

L - Movimentazione e trasporto dei manufatti

Tutti i materiali dovranno essere debitamente protetti contro gli urti accidentali e le aggressioni fisiche e chimiche durante il trasporto al cantiere, la movimentazione nell'ambito dello stesso e la messa in opera.

Nel caso di inadempienza la responsabilità per eventuali danni sarà di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore.

M - Collaudo

Il Direttore dei Lavori avrà la facoltà di accedere alle officine di lavorazione allo scopo di ispezionare il materiale, seguire le lavorazioni e presiedere alle varie prove.

Potrà anche prelevare a suo giudizio campioni di materiale per sottoporli a prove presso Laboratori ufficiali: l'onere economico di tali prove sarà a carico dell'Appaltatore.

Tali prove potranno consistere in: verifiche dimensionali, prove di trazione, prove di piegamento, prove di resilienza, controlli radiografici sui giunti saldati, controlli sull'aspetto esterno della saldatura e del grado di raccordo con il materiale base.

Il Direttore dei Lavori avrà pure il diritto di rifiutare e chiedere la sostituzione di qualsiasi parte della fornitura, anche se già messa in opera, che presentasse difetti per cattiva qualità dei materiali e/o per cattiva lavorazione.

Il mancato uso di tale diritto non esimerà l'Appaltatore dalle sue responsabilità.

L'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire le prove di resistenza dei materiali secondo le modalità delle leggi vigenti e fornire i relativi certificati alla Direzione dei Lavori.

Tale operazione di controllo in officina, se non richiesta espressamente dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere condotta dal tecnico responsabile della fabbricazione, che assumerà a tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al Direttore dei Lavori.

Le richieste delle prove da effettuare presso un Laboratorio Ufficiale dovranno essere sottoscritte dalla Direzione dei Lavori e dovranno portare indicazioni precise circa i profili da cui saranno stati prelevati i provini in relazione agli elementi strutturali da realizzare con i profili stessi.

A montaggio ultimato sarà fatto il collaudo statico dell'opera mediante prove di carico in conformità alla normativa vigente ed eventuali controlli sull'idoneità delle saldature.

Tutti gli oneri delle prove di collaudo saranno a carico dell'Appaltatore.

Protezioni superficiali

A - Elementi zincati a caldo

I manufatti che dovranno ricevere il trattamento di zincatura a caldo dovranno subire un'accurata preparazione, pulizia e sgrassaggio delle superfici tale da eliminare nel modo più radicale ogni traccia di grasso ruggine, calamina, vernici, scorie o di qualunque altra impurità.

Il trattamento dovrà eseguirsi nel rispetto delle prescrizioni indicate dalla UNI 5744.

Con riferimento alla norma stessa la massa dello strato di zincatura per unità di superficie, misurata su 3 provette con le modalità prescritte nella norma UNI 5741, non dovrà essere inferiore ai seguenti valori prescritti nella predetta norma:

MASSA DELLO STRATO DI ZINCATURA PER UNITA' DI SUPERFICIE

	Risultato medio di un CATEGORIA	Risultato per ciascuna	
		gruppo di provette	provetta singola
		min. g/m2	min. g/m2
A.	Strutture di acciaio profilato e strutture composte con parti di acciaio aventi spessore maggiore di 5 mm	500	450
B.	Oggetti fabbricati in lamiera di acciaio avente spessore minore di 1 mm	350	300
C.	Perni, viti, bulloni e dadi con diametro maggiore di 9 mm	375	300
D.	Oggetti di ghisa, di ghisa malleabile e di acciaio fuso	500	450

Gli elementi che dovessero eventualmente subire tagli, saldature, od altri aggiustaggi in fase di assemblaggio o montaggio, tali da provocare la rimozione o il danneggiamento della zincatura, dovranno essere accuratamente sgrassati, lavati e ritoccati con verniciatura di fondo a base di zincanti epossidici.

B - Verniciature

Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei due cicli di verniciatura definiti nel presente articolo, a seconda che trattasi di superfici in vista o di superfici interne.

Entrambi i cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno assettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati. Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto. Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato. Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di 18 ore dall'applicazione. Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

Per entrambi i cicli: quello per le superfici in vista e quello per le superfici interne, l'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori.

a - in officina, a lavorazione ultimata:

sabbiatura di tutte le superfici

applicazione dello strato di primer

in opera, ad avvenuto completamento del montaggio:

spazzolatura dei punti da ritoccare

ritocchi sullo strato di primer

applicazione dello strato intermedio

applicazione dello strato di finitura.

Accettazione dei prodotti vernicianti - Garanzie

I prodotti impiegati per le verniciature dovranno essere di primarie marche. E in facoltà della Direzione Lavori e degli organi di controllo della Società rifiutare prodotti di marche che non diano sicuro affidamento di buona qualità.

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di Kg 0,500 cadauno, nel numero di tre per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

La Direzione Lavori, a sua cura ed a spese dell'Impresa, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di sua fiducia per verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sotto posti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato, per un periodo di sette anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'Impresa resta obbligata ad eseguire a propria cura e spese i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il 20% della superficie totale, l'Impresa sarà tenuta ad eseguire a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio, al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Preparazione delle superfici

Sabbiature

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo. Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco di grado A Sa 2 ½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra mm 0,025 e mm 0,050.

A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa asportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer, che dovrà essere effettuata entro il termine di 8 ore dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine. Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di 8 ore dalla spazzolatura.

Cicli di verniciatura

I cicli, tanto per superfici in vista che per quelle interne sono composti da tre strati, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer ad avvenuto completamento del montaggio delle strutture.

Ciclo per superfici in vista - Tabella 26 A -

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata:

a - Sabbiatura di grado A Sa 2 ½;

b - Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,07 aventi le seguenti caratteristiche:

contenuto solido	> 76%
zinco metallico nel film secco	> 86%
legante	silicato di etile
peso specifico della miscela	> g/l 2500
temperatura minima di applicazione	260 K

Sovraverniciatura (con umidità relativa > 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 giorni
277 K	48 ore
289 K	24 ore

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c - spazzolatura delle superfici da ritoccare di grado C St 3 previa sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera;

d - applicazione a pennello sulle superfici da ritoccare, dello strato di primer zincante organico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,060 avente le seguenti caratteristiche:

contenuto solido	> 80%
zinco metallico nel film secco	> 80%
legante	epossipoliammidico
peso specifico della miscela	> g/l 2500
temperatura minima di applicazione	283 K

sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 85~):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	8 ore
289 K	6 ore

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,080, avente le seguenti caratteristiche:

contenuto solido	> 59%
legante	epossipoliamminico modificato
peso specifico della miscela	> g/l 1250
temperatura minima di applicazione	283 K

sovraverniciatura (con umidità relativa 30 - 70%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

f - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretano isocianico alifatico bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,050, avente le seguenti caratteristiche:

contenuto solido > 57%
 legante poliuretano isocianico alifatico
 aspetto lucido
 peso specifico della miscela > g/l 1200
 temperatura minima di applicazione 277 K

Ciclo per superfici interne - Tabella 26B -

Esecuzione in officina a lavorazione ultimata

a-b - si richiamano integralmente le norme di cui al precedente punto

Esecuzione in opera ad avvenuto completamento del montaggio

c-d - si richiamano integralmente le norme di cui ai corrispondenti punti precedenti

e - applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici; a base epossipoliamicica bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,075, avente le seguenti caratteristiche:

contenuto solido > 50~
 legante epossipoliamicico
 peso specifico della miscela > g/l 1.350
 temperatura minima di applicazione 283 K

sovraverniciatura (con umidità relativa 0 - 90%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 ore
289 K	12 ore

g - applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base epossicatramosa bicomponente, per uno spessore del film secco di mm 0,150, avente le seguenti caratteristiche:

contenuto solido > 7~
 legante epossidico
 aspetto lucido
 peso specifico della miscela > g/l 1500
 temperatura minima di applicazione 283 K

TABELLA 26 A - Ciclo di verniciatura per superfici in vista

Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26. 4. 4. 1. 1/ a	Primer zincante inorganico	26. 4. 4. 1. 2/ c	Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture
		26.4.4.1.1/b		26.4.4.1.2/b	26.4.4.1.2/e	26.4.4.1.2/f
applicazione	S	airless	S	pennello	airless	airless
spessore del film secco	a	0,075	p	0,060	0,080	0,050
componenti n°	b	2	z	2	2	2
peso specifico miscela g/l	i a	≥ 2500	z o	≥ 2500	≥ 1250	≥ 1200

contenuto solido zinco metallico nel film secco legante	t u r a A	≥ 76% ≥ 86% silicato di etile	l a t u r a	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
temperatura minima di applicazione sopravverniciature alle diverse temperature	di S a 2 ¼	260 K a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	C S t 3	283 K a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	283 K a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	poliuretano isocianico alifatico 277 K

TABELLA 26 B - Ciclo di verniciatura per superfici interne

Esecuzione	in officina		in opera			
Caratteristiche	26. 4. 4. 2. 1/ a	Primer zincante inorganico	26. 4. 4. 2. 1/ c	Ritocchi con primer zincante	Strato intermedio	Strato di finiture
		26.4.4.2.1/b		26.4.4.2.2/b	26.4.4.2.2/e	26.4.4.2.2/f
applicazione spessore del film secco componenti n° peso specifico miscela g/l	S a b b i	airless 0,075 2 ≥ 2500	S p a z z	pennello 0,060 2 ≥ 2500	airless 0,080 2 ≥ 1250	airless 0,050 2 ≥ 1200
contenuto solido zinco metallico nel film secco legante	u r a A	≥ 76% ≥ 86% silicato di etile	l a t u r a	≥ 80%	≥ 59%	≥ 57%
temperatura minima di applicaz.	S a	260 K	C	283 K	283 K	poliuretano isocianico alifatico 287 K
sopravverniciature alle diverse temperature	2 ¼	a 260 K: 7 d a 277 K: 48 h a 289 K: 25 h	S t 3	a 283 K: 8 h a 298 K: 6 h	a 283 K: 24 h a 298 K: 12 h	

Art. 58 Fondazioni speciali

A - Generalità

I pali nel seguito considerati sono:

- pali prefabbricati in c.a. o c.a.p.;
- pali battuti;
- micropali;

- pali trivellati.

Prove tecnologiche preliminari

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva o di posa in opera dei pali, quale proposta dall'Impresa, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di pali prova. I pali prova saranno eseguiti in ragione dello 0,5% del numero totale dei pali, con un minimo di un palo prova, e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori. I pali prova verranno compensati con i relativi prezzi di elenco.

Nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso a sua cura e spese, a nuove prove tecnologiche. I pali di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata di progetto, e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico. I pali di prova dovranno essere eseguiti, o posti in opera, alla presenza della Direzione Lavori cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali di progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali: prove di carico (in ragione dell'1% del numero totale dei pali) spinte fino a 2,5 volte il carico di esercizio unitamente all'esecuzione di prove di controllo non distruttive, ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

Preparazione del piano di lavoro

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'infissione, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per pali in alveo in presenza di battente d'acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere e l'onere corrispondente sarà compensato con il relativo sovrapprezzo di elenco.

B - Pali prefabbricati

Definizione

Appartengono a questa categoria i pali infissi, prefabbricati in c.a. o c.a.p., costituiti da elementi a sezione circolare o poligonale, variabile o non, pieni o cavi internamente.

Soggezioni geotecniche e ambientali

L'adozione dei pali infissi prefabbricati è condizionata da una serie di fattori ambientali e geotecnici; quelli che meritano particolare attenzione sono:

disturbi alle persone provocati dalle vibrazioni e dai rumori causati dall'infissione dei pali;

danni che l'installazione dei pali può arrecare alle opere vicine a causa delle vibrazioni, degli spostamenti orizzontali e/o verticali del terreno, provocati durante l'infissione;

danni che l'infissione dei pali può causare ai pali adiacenti.

Durante l'infissione dei pali prova la Direzione Lavori potrà richiedere che l'Impresa esegua a sua cura e spese misure vibrazionali di controllo per accertare che l'installazione dei pali infissi non danneggi le proprietà vicine. Qualora nel corso delle misure vibrazionali risultassero superati i limiti di accettabilità previsti dalle norme DIN 4150, l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare.

E' altresì richiesta la presentazione di un programma di lavori in cui sia dettagliatamente esplicitata la successione cronologica di installazione di ciascun palo.

Caratteristiche dei materiali

I pali saranno realizzati fuori opera con conglomerato cementizio avente resistenza caratteristica cubica non inferiore a 50 MPa devono perciò impiegarsi impasti con basso rapporto acqua - cemento ("slump" inferiore a cm 7,5)

Il conglomerato cementizio deve essere opportunamente centrifugato o vibrato: il ricoprimento del ferro dovrà risultare uniforme e compreso fra cm 1,5 e cm 2,5.

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 25, tenendo conto delle sollecitazioni a cui i pali saranno sottoposti durante il trasporto, il sollevamento e le successive fasi di infissione e di esercizio.

L'estremità inferiore del palo sarà protetta e rinforzata da piastre o puntazze metalliche la cui configurazione dipenderà dalla natura e dalle caratteristiche dei terreni del sottosuolo.

Ogni partita di pali dovrà essere accompagnata da un certificato attestante la resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) del conglomerato cementizio impiegato, la distribuzione delle armature, la data di getto.

La Direzione Lavori ha la facoltà di fare eseguire prove di controllo della geometria del fusto e delle armature, e delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati.

Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

sulla lunghezza: $\pm 1 \%$;

sul perimetro: $\pm 2 \%$;

deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto: $\leq 3 \%$;

errore rispetto alla posizione planimetrica: $< 20 \%$ del diametro nominale in testa.

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

Tracciamento

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

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con un numero progressivo;

un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

Infissione

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali sono i seguenti:

battipalo con maglio a caduta libera;

battipalo a vapore ad azione singola;

battipalo a vapore a doppia azione;

battipalo diesel;

vibratore.

L'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema di infissione che intende utilizzare.

a) Nel caso di impiego dei battipali:

marca e tipo di battipalo;

principio di funzionamento del battipalo;

energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;

numero dei colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;

efficienza del battipalo;

caratteristiche del cuscinio (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica e il suo coefficiente di restituzione;

peso della cuffia;

peso degli eventuali adattatori;

peso del battipalo.

b) Utilizzando maglio a caduta libera:

peso del maglio;

massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

c) Utilizzando il vibratore:

marca del vibratore;

peso della morsa vibrante;

ampiezza e frequenza del vibratore.

Prima di essere infisso, il fusto del palo dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice di colore contrastante rispetto a quello del palo. Gli ultimi m 2,0 - m 4,0 del palo dovranno essere suddivisi in tratti da m 0,1, onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del palo potrà avvenire solo dopo aver raggiunto:

a) la lunghezza minima di progetto;

b) il rifiuto minimo specificato.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto B) saranno fornite all'Impresa dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema d'infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentano alla Direzione Lavori la definizione degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o le eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei pali già infissi per un tratto in genere non inferiore a m 0,3 - m 0,5. In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni m 0,1 di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapporti che si tratta di ribattitura.

Controlli e documentazione lavori

L'infissione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

identificazione del palo;

data di costruzione del palo;

data di infissione;

caratteristiche del sistema di infissione;

rifiuto ogni m 0,10 negli ultimi m 1,0 - m 2,0 e ogni m 1,0 nel tratto precedente;

profondità raggiunta;

profondità di progetto;

rifiuti di eventuale ribattitura;

risultati delle eventuali prove di controllo richieste dalla Direzione Lavori.

C - Pali battuti

Definizione

Si tratta di pali in c.a. realizzati, senza asportazione alcuna di terreno, previa infissione di un tuboforma provvisorio o permanente costituito da un tubo metallico di adeguato spessore chiuso inferiormente da un tappo provvisorio o non.

Completata l'infissione, dopo aver installato la gabbia d'armatura si procede al getto del conglomerato cementizio estraendo contemporaneamente, se previsto, il tuboforma.

L'installazione della gabbia d'armatura sarà preceduta, se previsto dal progetto, dalla formazione di un bulbo di base in conglomerato cementizio realizzato forzando, mediante battitura, il conglomerato cementizio nel terreno.

L'adozione della tipologia di esecuzione sarà conforme a quanto esposto in progetto.

Soggezioni geotecniche e ambientali

Si richiamano integralmente le norme di cui al precedente punto

Tolleranze geometriche

Saranno accettate le seguenti tolleranze sull'assetto geometrico del palo:

sul diametro esterno della cassaforma infissa: $\pm 2\%$;

deviazione dell'asse del palo rispetto all'asse di progetto: $\leq 2\%$;

errore rispetto alla posizione planimetrica: non superiore al 15% del diametro nominale.

Inoltre la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto.

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

Tracciamento

Prima di iniziare l'infissione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo; su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

L'Impresa esecutrice dovrà presentare:

una pianta della palificata con la posizione planimetrica di tutti i pali inclusi quelli di prova contrassegnati con un numero progressivo;

un programma cronologico di infissione elaborato in modo da minimizzare gli effetti negativi dell'infissione stessa sulle opere vicine e sui pali già installati.

Infissione

I tipi di battipalo impiegati per l'infissione dei pali eseguiti senza asportazione del terreno sono i seguenti:

battipalo con maglio a caduta libera;

battipalo a vapore ad azione singola;

battipalo a vapore a doppia azione;

battipalo diesel.

L'infissione può avvenire battendo il tuboforma in sommità oppure sul fondo; in questo ultimo caso essa può avvenire attraverso un mandrino rigido oppure agendo mediante un maglio a caduta libera su un tappo di fondo. Il tappo di fondo potrà essere di conglomerato cementizio a consistenza appena umida, di ghiaia o metallico.

L'Impresa dovrà fornire le seguenti informazioni concernenti il sistema d'infissione che intende utilizzare:

A) nel caso di impiego dei battipali:

marca e tipo del battipalo;

principio di funzionamento del battipalo;

energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;

numero di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;

efficienza del battipalo;

caratteristiche del cuscino (materiale, diametro, altezza), la sua costante elastica ed il suo coefficiente di restituzione;

peso della cuffia;

peso degli eventuali adattatori;

peso del battipalo.

B) Utilizzando maglio a caduta libera:

peso del maglio;

massima altezza di caduta che si intende utilizzare.

Il tuboforma dovrà essere esente da incrostazioni, malformazioni, a perfetta tenuta e privo di flange o variazioni di sezione sia all'interno che all'esterno.

Prima di essere infisso, il tuboforma dovrà essere suddiviso in tratti di m 0,5, contrassegnati con vernice. Gli ultimi m 2,0 - m 4,0 del tuboforma dovranno essere suddivisi in tratti da m 0,1 onde rendere più precisa la rilevazione dei rifiuti nella parte terminale della battitura.

L'arresto della battitura del tuboforma potrà avvenire dopo aver raggiunto:

a) la lunghezza minima di progetto;

b) il rifiuto minimo specificato.

Precisazioni dettagliate concernenti il punto b) saranno fornite all'impresa dalla Direzione Lavori, note le caratteristiche del sistema di infissione.

Nei casi in cui fosse evidenziata l'impossibilità di raggiungere le quote minime di progetto dovranno essere raccolti tutti gli elementi conoscitivi che consentono alla Direzione Lavori la definizione degli eventuali adeguamenti alle modalità operative e/o le eventuali variazioni progettuali.

In condizioni geotecniche particolari la Direzione Lavori può richiedere la ribattitura di una parte dei tubiforma già infissi per un tratto in genere non inferiore a m 0,3 - m 0,5.

In questo caso si dovranno rilevare i "rifiuti" per ogni m 0,1 di penetrazione, evidenziando in modo chiaro nei rapporti che si tratta di ribattitura.

Formazione del fusto del palo

Ultimata l'infissione del tuboforma si provvederà, se previsto in progetto, alla espulsione del tappo ed alla formazione del bulbo di base, forzando mediante battitura il conglomerato cementizio nel terreno ed evitando nel modo più assoluto l'ingresso di acqua e/o terreno nel tuboforma.

Per la formazione del bulbo di base si adotterà un conglomerato cementizio avente:

rapporti acqua - cemento: $a/c \leq 0,4$;

slump al cono di Abrams: $s \leq \text{cm } 4$.

Il getto del fusto del palo si effettuerà evitando segregazioni ed in totale assenza di acqua, introducendo dall'alto piccole quantità di conglomerato cementizio da costiparsi via via per battitura o a pressione; in alternativa è consentito l'uso di conglomerato cementizio "colato".

Per la formazione del fusto, secondo la metodologia del "conglomerato cementizio costipato", si adotteranno conglomerati cementizi con caratteristiche e modalità di posa analoghe, ma energie minori di quelle adottate per il bulbo.

Per la metodologia "conglomerato cementizio colato" si adotteranno impasti aventi:

rapporto acqua - cemento: $a/c = 0,5$;

slump al cono di Abrams: $s \geq \text{cm } 16$;

posti in opera mediante tubo di convogliamento o benna.

Il conglomerato cementizio colato è di impiego obbligatorio allorché:

è previsto il tuboforma permanente;

il terreno circostante il palo sia argilloso non saturo;

il terreno circostante sia così deformabile da provocare la deformazione della gabbia di armatura durante il costipamento del conglomerato cementizio.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato impiegando aggregati di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione Lavori e dovrà avere la resistenza caratteristica di progetto risultando comunque di classe non inferiore a 30 MPa.

Contemporaneamente alle operazioni di getto del conglomerato cementizio si procederà, se previsto all'estrazione del tuboforma controllando di mantenere comunque un dislivello minimo tra conglomerato cementizio all'interno del palo e la scarpa del tuboforma tale da evitare l'entrata dell'acqua e/o terreno circostante.

Per una corretta e sistematica identificazione del livello del conglomerato cementizio, il cavo di sostegno della massa battente dovrà essere munito di opportuni e frequenti contrassegni.

In ogni caso l'Impresa esecutrice dovrà fornire prima di iniziare i lavori una dettagliata descrizione delle modalità di getto che si impegna ad adottare.

Posa in opera della armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 25, essere conformi al progetto, ed approvate dalla Direzione Lavori.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali. Le armature verranno preassemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di cm 5.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio con perno in tondino fissato ai ferri verticali contigui. I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di m 3,0 - m 4,0.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a cm 7,5 con aggregati non inferiori ai cm 2,0, a cm 10 con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza dell'acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

Qualora all'interno del tuboforma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazioni di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta previo riempimento con conglomerato cementizio magro; tale palo sarà successivamente sostituito da uno o due pali supplementari.

All'Impresa non verrà corrisposto alcun compenso per il palo interrotto: dei pali sostituiti ne verrà contabilizzato uno solo, mentre l'eventuale secondo palo sarà a carico dell'Impresa.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto; a getto terminato si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri di armatura.

Controlli e documentazione dei lavori

L'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere alla esecuzione di una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio in modo conforme a quanto prescritto all'art. 15 ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

L'esecuzione di ogni singolo palo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

identificazione del palo;

geometria della cassaforma;

tipo di tappo impiegato;

caratteristiche del sistema di infissione;

rifiuto ogni m 0,1 negli ultimi m 1 - m 2 e per ogni metro nel tratto precedente;

rifiuti di eventuale ribattitura;

data del getto;

quantità di conglomerato cementizio posta in opera nella formazione dell'eventuale bulbo, e del fusto; limitatamente ai pali eseguiti con conglomerato cementizio costipato si provvederà, nell'ambito dei primi 10 pali e in seguito un palo ogni 20 eseguiti, al rilievo degli assorbimenti parziali ogni m 1,0;

misura dello "slump", rapporto acqua - cemento;

numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa;

lunghezza totale del palo: quote fondo e testa palo;

geometria della gabbia d'armatura;

registrazione delle eventuali misure vibrazionali.

D - Micropali

Definizione, classificazione e campi di applicazione

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro inferiore a mm 250 con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- tipo a) riempimento a gravità
- tipo b) riempimento a bassa pressione;
- tipo c) iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità sono da applicare rispettivamente:

- tipo a), per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformazione a breve termine superi orientativamente i 200 MPa;
- tipo b) e c), per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 200 MPa.

In particolare la modalità tipo c) è da eseguire in terreni fortemente eterogenei e per consentire capacità portanti elevate (> 30 t) anche in terreni poco addensati.

Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

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

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali da pagarsi con i prezzi di elenco

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

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

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, individuare sul terreno la posizione di micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'esame di ciascun palo. Su ciascun picchetto dovrà essere

riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

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

Perforazione

La perforazione deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il tipo b) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per i tipi a) e c) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori.

Il fango di cemento e bentonite sarà confezionato adottando i seguenti rapporti in peso:

bentonite/acqua: 0,05 - 0,08;

cemento/acqua: 0,18 - 0,23.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio - fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria, per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

A termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dai detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disgregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

Confezione e posa delle armature

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

Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui all'art. 25; saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti. Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali, armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare un copriferro minimo di cm 1,5 disposti a intervalli longitudinali non superiore a m 2,5.

Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio Fe 430 - 510, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

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

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo mm 3,5, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro mm 4) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo. Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di cm 1,5, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del

perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta.

In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a cm 10 - cm 15 dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di inclusioni e miscelazioni con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rabbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato.

Eventuali rabbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento.

Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera mm 50; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5 - 0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

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

Iniezione ripetuta ad alta pressione

Le fasi della posa in opera saranno le seguenti:

- I) riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo a valvole e le pareti del perforo, ottenuta alimentando con apposito condotto di iniezione e otturatore semplice la valvola più bassa finché la malta risale fino alla bocca del foro;
- II) lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- III) avvenuta la presa della malta precedentemente posta in opera, si inietteranno valvola per valvola volumi di malta non eccedenti il sestuplo del volume del perforo, senza superare, durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage");
- IV) lavaggio con acqua all'interno del tubo;
- V) avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione limitatamente alle valvole per le quali:

il volume iniettato non abbia raggiunto il limite predetto, a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;

le pressioni residue di iniezione misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico non superino 0,7 MPa.

Al termine delle iniezioni si riempirà a gravità l'interno del tubo.

Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali

- Rapporto acqua/cemento : < 0,5.
- Resistenza cubica : Rck > 30 MPa.

L'aggregato dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da mm 0,075, per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, Kg 600 di cemento per m³ di impasto;
- per le paste, Kg 900 di cemento per m³ di impasto.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al 4% in peso del cemento.

Controlli e misure

La profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di sottopinto, verrà misurata in doppio modo:

- a) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
- b) in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare $\leq m\ 0,10$; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

Il peso delle armature verrà determinato:

- nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base al peso teorico corrispondente ai vari diametri nominali, alla lunghezza di progetto ed al peso unitario dato dalle tabelle UNI 6407 - 69.
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base al peso effettivo dei tubi posti in opera.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico e la decantazione (bleeding), mediante buretta graduata di diametro $\geq mm\ 30$.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm³ il peso specifico assoluto del cemento e 2,65 g/cm³ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume. Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti di cm 7 o cm 10 di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione nella misura di almeno una prova per ogni micropalo.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- indicazione del micropalo;
- data di inizio perforazione e termine del getto (o iniezione);
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa dell'armatura;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- per i micropali formati mediante iniezione ripetuta ad alta pressione, pressioni residue minime e quantità complessive iniettate per ogni fase di iniezione ad alta pressione;
- risultati delle misure di peso di volume, di decantazione (acqua separata) e di resistenza cubica a compressione.

E - Pali trivellati di medio e grande diametro

Definizione

Si definiscono pali trivellati quelli ottenuti per asportazione del terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato. Il presente paragrafo riguarda i pali di medio e grande diametro.

Soggezioni geotecniche e idrogeologiche

Le tecniche di perforazione devono essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi, dove può essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro;

la perforazione a fango non è consigliabile in terreni molto aperti senza frazioni medio - fini.

Durante la perforazione occorrerà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo; dovranno quindi essere minimizzati:

il rammollimento degli strati coesivi;

la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;

la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;

la riduzione dell'aderenza palo - terreno causata da un improprio impiego di fanghi.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di perforazioni di prova, pagate con i prezzi di elenco ed approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei pali di progetto.

Tolleranze geometriche

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori. La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

- ✓ per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "-0,01 D" e "+0,1 D";
- ✓ per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra "-0,01D" e "+0,1 D".

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

Tracciamento

L'Impresa avrà cura di non provocare inquinamenti di superfici o della falda per incontrollate scariche dei detriti e/o dei fanghi bentonitici.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione piano - altimetrica della sommità del palo e di difesa dell'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro. Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

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

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Perforazione

Attrezzature

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei pali da eseguire nei tempi previsti.

Marche disposte ad intervalli regolari (m 1 - m 2) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Perforazione a secco senza rivestimento

E' ammessa esclusivamente nei terreni coesivi di media od elevata consistenza (coesione non drenata > MPa 0,03) esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro. Si possono utilizzare attrezzi ad elica in due versioni:

- ✓ elica continua cilindrica, gradualmente infissa nel terreno con moto rotatorio fino alla profondità della base del palo. I detriti vengono in parte portati a giorno dalla rotazione dell'elica, in parte vi aderiscono e sono estratti insieme ad essa alla fine della perforazione;
- ✓ elica a poche spire, a profilo conico, infissa nel terreno tramite un'asta rigida che le imprime poche rotazioni e quindi la riporta in superficie per scaricare i detriti accumulatisi sulle spire.

Perforazione con impiego di tubazione di rivestimento provvisoria

La tubazione sarà costituita da tubi di acciaio, di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni lunghi m 2,0 - m 2,5 connessi tra loro mediante manicotti esterni filettati o innesti speciali a baionetta, con risalti interni raccordati di spessore non superiore al 2% del diametro nominale.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta, imprimendole un movimento rototraslatorio mediante una morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure applicandole in sommità un vibratore di adeguata potenza. In questo secondo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni più lunghi di m 2,50 o anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

L'infissione con vibratore sarà adottata in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non coesivi. E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purché non risultino varchi nel tubo che possano dar luogo all'ingresso di terreno.

La perforazione all'interno dei tubi di rivestimento potrà essere eseguita mediante:

benna automatica con comando a fune o azionata oleodinamicamente;

secchione (buchet) manovrato da un'asta rigida o telescopica;

in entrambi i casi si dovrà conseguire la disgregazione del terreno e l'estrazione dei detriti dal foro.

In terreni sabbiosi si potrà fare ricorso anche ad utensili disgregatori rotanti, con risalita dei detriti per trascinamento ad opera di una corrente ascendente di acqua.

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

In generale la perforazione non dovrà essere approfondita al disotto della scarpa del tubo di rivestimento.

Perforazione in presenza di fango bentonitico

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nel successivo art. 10.

La perforazione sarà eseguita mediante secchione azionato da asta rigida o telescopica oppure mediante benna dotata di virola superiore di cemento e guida. In entrambi i casi il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio anulare tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato. Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

Il secchione dovrà essere provvisto delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione. Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il fango dovrà risultare di norma non inferiore a m 1,00 e non dovrà scendere al di sotto di m 0,60 all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al perforo, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

La distanza minima fra due perforazioni attigue in corso, appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri. Il materiale portato in superficie dovrà essere sistematicamente portato a discarica. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio ecc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati. In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secciono, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

L'uso dello scalpello o delle speciali attrezzature fresanti verrà compensato a parte soltanto per l'attraversamento di trovanti in roccia dura, non estraibili con i normali metodi di scavo, e per l'ammorsatura del palo nel substrato di base, quando quest'ultimo è costituito da roccia dura.

Controlli

La Direzione Lavori controllerà in fase di esecuzione del perforo la rispondenza delle stratigrafie di progetto con quelle effettive.

In presenza di eventuali discordanze o nel caso che alla base del palo si rinvenga un terreno molto più compressibile e/o molto meno resistente del previsto, o comunque altre anomalie, la Direzione Lavori procederà al riesame delle condizioni progettuali ed adotterà gli opportuni provvedimenti.

Alla fine della perforazione si misurerà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, rispetto alla quota di sottopinto, la profondità del perforo con uno scandaglio; l'operazione verrà effettuata anche all'inizio ed al termine di eventuali interruzioni prolungate della lavorazione in corrispondenza dei turni di riposo o per altri motivi.

Armature metalliche

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui all'art. 25 ed essere conformi al progetto ed approvate dalla Direzione Lavori.

Le armature trasversali dei pali saranno costituite da una spirale in tondino esterna ai ferri longitudinali. Le armature verranno preassemblate fuori opera in "gabbie"; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di cm 6.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro cm 12 - cm 15 - larghezza > cm 6) con perno in tondino fissato a due ferri verticali contigui. I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di m 3 - m 4. Gli assi dei ferri verticali saranno disposti su una circonferenza con diametro di cm 15 inferiore a quello nominale; tali misure potranno ridursi a cm 12 per barre verticali di diametro inferiore a mm 18. Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a cm 7,5 con aggregati inferiori ed a cm 2,0, a cm 10 con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro.

Ai fini della esecuzione delle prove geofisiche descritte nel relativo paragrafo, l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 2% del numero totale di pali trivellati di diametro \geq mm 700 con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

Formazione del fusto del palo

Preparazione e trasporto del conglomerato cementizio

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti. Si impiegheranno almeno tre classi di aggregati; le classi saranno proporzionate in modo da ottenere una curva granulometrica che soddisfi il criterio della massima densità (curva di Fuller).

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio fra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,5 comprendendo l'umidità degli aggregati nel peso dell'acqua. La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno "slump" al cono di Abrams compreso fra cm 16 e cm 18.

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

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante. I prodotti commerciali che l'Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori. I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibili; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a m³/h 15 per pali di diametro < mm 800 e di m³/h 20 per pali di diametro > = mm 800.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quelli risultanti dal più oneroso dei limiti sopra indicati.

Posa in opera del conglomerato cementizio

Il getto del conglomerato cementizio avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di m 2,50 di tubo in acciaio avente diametro interno cm 20 - cm 25.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di m³ 0,4 - 0,6, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento.

Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro. Per pali trivellati in presenza di acqua di falda o impiegando fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a cm 30 - cm 60 dal fondo della perforazione; prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di cm 30 di spessore di vermiculite granulare o palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

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

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

Per pali trivellati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo di getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che, la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo, sino alla quota di sottoplinto.

Controlli

L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà provvedere all'esecuzione di:

- ✓ una analisi granulometrica ogni m³ 500 di inerte impiegato;
- ✓ una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e modalità conformi a quanto prescritto all'art. 15 inoltre, quanto richiesto dalla Direzione Lavori;
- ✓ una prova con il cono Abrams per ogni betoniera o m³ 10 di conglomerato cementizio impiegato;
- ✓ il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni palo.

Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di conglomerato cementizio e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi.

In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).

Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni singolo palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- ✓ identificazione del palo;
- ✓ data di inizio perforazione e di fine getto;
- ✓ risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- ✓ profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- ✓ profondità del fondo foro prima della posa del tubo getto;
- ✓ “slumps” del conglomerato cementizio;
- ✓ assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico del palo;
- ✓ “profilo di getto” ove richiesto;
- ✓ risultati delle prove di rottura a compressione semplice.

Nella documentazione generale dovrà inoltre comparire:

- ✓ una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- ✓ una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio, compresi i risultati delle analisi granulometriche degli aggregati di cui al punto precedente 9.4.7.3.

Prova di controllo della consistenza del conglomerato cementizio (slump test)

L'apparecchiatura che dovrà essere a disposizione in cantiere per la misura della consistenza del conglomerato cementizio è costituita da cono di Abrams e da un pestello di ferro. Il cono di Abrams è un fusto tronco - conico in lamiera, alto cm 30,48, le cui aperture di base hanno un diametro rispettivamente di cm 10,15 e cm 20,52. Esso è inoltre provvisto di due maniglie e di due alette poste sulla base maggiore, di lunghezza pari a cm 7,62. Il pestello metallico ha un diametro di mm 16, una lunghezza di cm 61 rastremato all'estremità inferiore per il tratto di cm 2,5 circa in modo da avere una testa sferica con raggio di circa mm 6.

La determinazione della prova seguirà le seguenti fasi:

- ✓ si pone a terra su superficie dura, liscia, ben livellata e pulita, il cono di lamiera;
- ✓ lo si riempie, in successione, con tre strati di conglomerato cementizio. Ogni strato verrà costipato con 25 colpi del pestello;
- ✓ dopo l'ultimo colpo di pestello (per il terzo strato), il conglomerato cementizio verrà rastremato, livellato e lisciato alla cima del cono;
- ✓ con ogni cura, si sfilerà il cono di lamiera dal conglomerato cementizio;
- ✓ si porrà il cono di lamiera a fianco del conglomerato cementizio e aiutandosi con un regolo metallico ed un metro, si determinerà l'abbassamento in centimetri.

F - Prove di controllo sui pali

Prove di carico

Il numero dei pali da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero dei pali, con un minimo di due. La scelta dei pali di prova sarà affidata alla Direzione Lavori e comunque si dovrà tenere presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio; tale rapporto potrà essere incrementato, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, sino a 2,5. Al momento della prova il conglomerato cementizio del palo dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura. Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto, che trova contrasto mediante un'adeguata zavorra o pali di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore ad un mese. Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante tre micrometri centesimali, disposti a 120° attorno al palo, interposti al terreno in punti sufficientemente distanti dal palo di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di m 3.0 e non meno di 3 diametri dal palo di prova, e infine non meno di m 2.0 dalla impronta della zavorra o da eventuali pali di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata da raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica. Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data e ora di ogni variazione di carico, entità del carico, le letture ai micrometri ed il diagramma carichi-cedimenti. Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi la Direzione Lavori potrà richiedere l'esecuzione di prove di carico orizzontali; date le peculiarità della prova le modalità esecutive e il programma di carico dovranno essere di volta in volta stabiliti dalla Direzione Lavori e riportati sul verbale di prova.

Controlli non distruttivi

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

- A) prove geofisiche;
- B) carotaggio continuo meccanico;
- C) scavi attorno al fusto del palo.

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

Prove geofisiche

Possano essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti. Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro \geq a mm 800.

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

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori. Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 2% del numero totale dei pali con un minimo di due.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dalle Norme Tecniche d'Appalto.

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

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali. Gli stessi saranno pari ad almeno due per pali aventi diametro \leq a mm 1200 e pari ad almeno tre per diametri superiori. Le prove dovranno essere eseguite alternando, entro i fori, le posizioni della sonda trasmittente e ricevente.

Carotaggio continuo meccanico

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta. Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a mm 60.

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

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro. Il carotaggio si eseguirà a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Scavi attorno al fusto del palo

Scavi attorno al fusto del palo verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi m 4,0 - m 5,0 di palo. Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva. Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva. Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme Tecniche d'Appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

Art. 59 Colonne di terreno consolidato (JET-GROUTING)

Come riportato nelle tavole del progetto esecutivo, le colonne aventi diametro reso $\Phi 600$ mm, con la funzione di impermeabilizzare lateralmente l'area di scavo, sono organizzate su una fila in corrispondenza dei forni di sottopasso autostradale e dell'area di raccordo dell'opera di presa con sottopasso del viadotto ferroviario. Il passo di esecuzione è pari a 40 cm, mentre la lunghezza delle colonne è variabile in rispetto della quota di 116,80 s.m.l. Ovviamente l'esecuzione delle colonne dovrà essere eseguita alternando le posizioni di esecuzione in modo tale da non danneggiare quelle da poco eseguite.

Definizioni

Si definiscono trattamenti colonnari quei trattamenti di consolidamento-impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante rimescolamento il terreno con una miscela legante di acqua-cemento immessa a getto ad altissima pressione. I trattamenti dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla Direzione Lavori (ad esempio l'impiego di rivestimenti provvisori, l'utilizzo di attrezzature per l'attraversamento di trovanti) e potranno essere realizzati in posizione verticale o comunque inclinati in relazione alle previsioni progettuali.

Soggezioni geotecniche e idrologiche.

Le tecniche di perforazione e le modalità di iniezione della miscela stabilizzante dovranno essere messe a punto, in relazione alla natura dei materiali da trattare ed alle caratteristiche idrogeologiche locali, mediante esecuzione di colonne di prova in numero rapportato alla quantità di colonne di terreno consolidato previste in progetto, con un minimo di una colonna di prova per elemento strutturale e comunque secondo le prescrizioni della Direzione Lavori.

Sulle colonne di prova verranno eseguiti, in base alle richieste della Direzione Lavori, le prove sottoelencate il cui onere deve intendersi a totale carico dell'Impresa:

- ✓ prove in sito mediante carotaggio continuo, su tutte le colonne e per l'intera loro lunghezza, ubicato all'incirca a metà del raggio teorico di ciascuna colonna;
- ✓ prove in laboratorio su campioni significativi, ricavati dalle carote estratte, comprendenti:
 - ✓ prove di rottura a compressione semplice, con rilievo della curva sforzi-deformazioni, da eseguire:
 - ✓ dopo ventotto giorni di maturazione della miscela per terreni incoerenti, dopo quaranta giorni per terreni coesivi, ed inoltre ai tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo nel lavoro;
 - ✓ prove di trazione brasiliana;
 - ✓ prove triassiali;
 - ✓ determinazione del valore dell'R.Q.D.

Se dalle prove di cui sopra risulterà che non sono stati raggiunti i limiti di resistenza e continuità di cui ai successivi punti, la Direzione Lavori ordinerà la verifica del sistema ed eventualmente proporrà la variante da apportare.

Caratteristiche delle attrezzature

Le attrezzature di perforazione dovranno essere idonee a garantire deviazioni non superiori all'1,5% rispetto all'asse teorico.

Quelle di iniezione dovranno essere in grado di effettuare l'iniezione di ogni colonna senza interruzioni, in una unica fase, di norma almeno per profondità fino a 20÷25 m. Dovranno essere munite di dispositivi di comando e di contagiri per il controllo della velocità di rotazione delle aste ed inoltre di dispositivi per la regolazione della velocità di risalita delle aste stesse (temporizzatore a scatti o simili).

L'impianto di miscelazione dovrà essere del tipo a cicli ripetitivi, con polmone di accumulo ed agitatore di miscela e munito di dispositivi di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contattori di miscelazione progressivo.

La centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione, > 30 MPa, dotate di manometri muniti di certificato ufficiale di taratura e posti a bocca foro.

Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti:

- ✓ la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- ✓ la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 1,5%;
- ✓ la lunghezza non dovrà differire di ± 15 cm da quella di progetto;
- ✓ il diametro delle colonne non dovrà in nessun caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

Tracciamento, programma lavori

Prima di iniziare la perforazione l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, indicare sul terreno la posizione dei punti di trattamento da contrassegnare con picchetti, marche od altro, sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun punto di trattamento.

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori la seguente documentazione:

- ✓ una mappa dei trattamenti con la posizione di tutti i punti, contrassegnati con un numero progressivo;
- ✓ un programma cronologico di perforazione ed iniezione elaborato in modo da minimizzare gli
- ✓ effetti negativi della perforazione/iniezione sulle colonne consolidate già eseguite;
- ✓ una relazione riportante le caratteristiche dei materiali, ante e post lavorazione, da impiegare ed
- ✓ inoltre, le caratteristiche delle macchine e degli impianti.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

Esecuzione dei trattamenti

In relazione al diametro nominale dei trattamenti colonnari, variabile da 0,60 m a 1,80 m, valgono le modalità operative di seguito riportate.

Trattamenti colonnari fino a 1,00 m di diametro.

Comprendono le seguenti fasi di lavorazione:

- ✓ perforazione a rotazione o rotopercolazione, di diametro adeguato, eseguita di norma con impiego di rivestimento provvisorio;
- ✓ iniezione di una miscela di acqua e cemento tipo I II III IV V 42,5, o 42,5 R nel rapporto compreso tra 0,7/1 e 1,5/1, con l'impiego di additivi stabilizzanti, fluidificanti, acceleranti o ritardanti
- ✓ di presa, espansivi, impermeabilizzanti, antidilavamento, ecc., secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

La pressione di iniezione della miscela a bocca foro dovrà essere superiore a 30 MPa e la quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70 % del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 350 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato.

Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- ✓ velocità di rotazione: 10÷20 giri/min;
- ✓ velocità di estrazione: 2÷6 m/min.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare > 10 MPa a ventotto giorni nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a quaranta giorni negli eventuali interstrati di terreni coesivi, salvo diverse indicazioni fornite dalla Direzione Lavori, a seguito dei risultati del campo prova.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Trattamenti colonnari di diametro superiore a 1.00 m

Comprendono le seguenti fasi di lavorazione:

1 perforazione a rotazione o rotopercolazione di diametro adeguato, eseguito di norma con l'impiego di rivestimento provvisorio; attraverso ugelli separati, dalle aste di perforazione vengono iniettati: acqua oppure aria ed acqua ad altissima pressione per la disaggregazione del terreno; una miscela di acqua e cemento tipo I II III IV V 42,5, o 42,5 R per il consolidamento del terreno, nel rapporto compreso tra 0,7/1 e 1,5/1, con l'impiego di additivi stabilizzanti, fluidificanti, acceleranti o ritardanti di presa, espansivi, impermeabilizzanti, antidilavamento, ecc., secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

La pressione di iniezione dell'acqua dovrà essere superiore a 40 MPa; quella della miscela di 2-7 MPa e la quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato.

Mentre aria, acqua e miscela fuoriescono dagli ugelli posti all'estremità della batteria di aste di iniezione, a quest'ultima viene impresso un moto di rotazione e risalita a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- ✓ velocità di rotazione: 3÷7 giri/min;
- ✓ velocità di risalita: 1/20÷30 m/min.

La resistenza a compressione semplice, del terreno consolidato, dovrà risultare > 8 MPa a ventotto giorni nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a quaranta giorni negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni fornite dalla Direzione Lavori d'intesa con il Progettista, a seguito dei risultati del campo prova.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

2 - Armatura dei trattamenti colonnari

Quando previsto in progetto, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi di acciaio tipo Fe 510 certificati all'origine, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzione meccanica con manicotti di giunzione filettati), da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del perforo appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso sia previsto l'inserimento dell'armatura in acciaio, ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura (tubi o barre in acciaio) ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio, quando l'armatura è tubolare ed attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

Qualora all'atto dell'arrivo in cantiere dei materiali, non fosse fornita la certificazione d'origine, tutta la fornitura sarà considerata non idonea e verrà immediatamente allontanata dal cantiere stesso a totale cura e spese dell'Impresa.

Controlli

I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del

terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate su colonne scelte dalla Direzione Lavori:

- ✓ Scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati;
- ✓ Sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6s con corone diamantate di diametro nominale > 100 mm.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa. Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici. In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (Indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza > 100 mm.

La Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione.

Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il Laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione.

Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma.

Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche
- posizione dell'asse
- deviazione dell'asse
- lunghezza
- diametro
- resistenza a compressione semplice
- valore di R.Q.D.

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza, con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, la Direzione Lavori effettuerà una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma verrà penalizzato il lotto oggetto della prova.

Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10%, l'Impresa sarà tenuta a sua totale cura e spese al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

La Direzione potrà inoltre richiedere ulteriori prove e verifiche come le prove vibrazionali, sismiche ed ultrasuoni da eseguirsi in numero e posizioni stabilite ad insindacabile giudizio della stessa.

Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Impresa, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione della colonna;
- data di inizio perforazione e termine iniezione;
- profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati.

Tale scheda dovrà essere riportata su apposito modello e tempestivamente trasmesso dall'Impresa alla Direzione Lavori.

Art. 60 Fanghi bentonitici

A - Definizione e campi di applicazione

I fanghi bentonitici da impiegare negli scavi per l'esecuzione di diaframmi in c.a., nella realizzazione di perfori per l'esecuzione di pali trivellati saranno ottenuti miscelando, fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

acqua;

bentonite in polvere;

additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, etc;).

B - Preparazione del fango

Le bentoniti impiegate dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

Residui al setaccio n. 38 della serie UNI n. 2331 - 2332:	< 1%
Tenore di umidità:	< 15%
Limite di liquidità:	> 400
Viscosità MARSH 1500/1000 della sospensione al 6% in acqua distillata:	> 40s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di cm ³ 450 della sospensione al 6% in min. 30 alla pressione di MPa 0,7:	< 18 cm ³
pH dell'acqua filtrata:	> 7, < 9
spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro - pressa:	< 2,5

Il dosaggio in bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare non inferiore al 4,5% e non superiore al 9%, salva la facoltà della Direzione Lavori di ordinare dosature diverse. Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda, in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza, accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

Le attrezzature impiegate per la preparazione della sospensione dovranno comunque essere tali da assicurare la suddivisione minuta delle particelle di bentonite sospesa.

In ogni caso dovranno essere installate vasche di adeguata capacità (> m³ 20) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per 24 ore dopo la preparazione prima di essere impiegato nella escavazione.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

peso specifico non superiore a t/m³ 1,08;

viscosità MARSH compresa tra 38 s e 55 s.

C - Trattamento del fango

L'impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione. L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i limiti seguenti:

peso di volume $\leq 1,25$ t/m³, nel corso della escavazione;

contenuto percentuale volumetrico in sabbia < 6%, prima dell'inizio delle operazioni di getto.

Le determinazioni dei lavori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di apposito campionatore per fluidi in prossimità del fondo del cavo.

Per riportare le caratteristiche del fango ai limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, prelevandolo con una condotta aspirante dal fondo del cavo e facendolo passare attraverso separatori a ciclone (od

apparecchi di pari efficacia) prima di reimmetterlo nel cavo. In alternativa il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco; il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate nel rispetto delle vigenti norme di legge.

D - Controllo del fango

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- A) peso di volume;
- B) viscosità MARSH;
- C) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche A e B):

- prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

- prelievo dentro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di cm 50 quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi, o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche A e C):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di cm 80 sopra il fondo dello scavo, con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione Lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua "libera" e dello spessore del "cake"; mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

residui al setaccio n. 38 della serie UNI n. 2331 - 2332;

tenore di umidità;

limite di liquidità;

decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Impresa, a Laboratorio Ufficiale.

E - Prove di controllo

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiature che dovranno essere a disposizione in cantiere.

Misure del peso specifico o di volume

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l, imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso, ed all'altro di un contenitore per il fango. Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato; si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che il fango fuoriesca dal foro. Successivamente, si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata, controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a g/l 1000, in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso. L'approssimazione delle misure dovrà essere \pm g/l 5.

Misura della viscosità

Si userà di regola l'imbuto di MARSH che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni

seguenti:

Diametro della base superiore mm 152 (6"), altezza del tronco di cono mm 305 (12"); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno mm 4,76 (3/16") e altezza mm 50,8 (2").

Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella, che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono, compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di cm³ 1500 e il livello corrispondente cm³ 500.

Misura del pH

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti, dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore. Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

Misura del contenuto in sabbia

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa.

Si otterrà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua.

Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato, in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta, e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale, volumetrico in sabbia del fango esaminato.

Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato. Il contenitore a sua volta è composto dal basso verso l'alto dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO₂).

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo. Quindi si riempirà la cella con fango fino a mm 6 dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio, bloccandola permanentemente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO₂ e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di bar 7.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella. L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato. Le misure in cm³ verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato. Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

Art. 61 Gabbionate

Ove sono previsti rivestimenti di sponda con gabbionate queste saranno realizzate con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 3.0 mm, galvanizzato con

lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 265 g/mq.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita. La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test d'invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO₂) secondo la normativa DIN 50010 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli. La rete metallica costituente il manufatto dovrà avere una resistenza nominale a trazione longitudinale nominale pari a kN/m 58 ricavata con modalità di prova conformi alla normativa ASTM A-975-97.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.40 mm, l'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua. Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno del diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm². Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate. Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da consentire il maggior costipamento possibile.

Art. 62 Cunette e fossi di guardia in elementi prefabbricati

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente R_{ck} ≥30 MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo Fe B 38k, in fili del diametro di mm 6 e del peso non inferiore a Kg/m² 3,00. Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto, lo spessore dovrà essere non inferiore a cm 7 e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piastra; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a kg/m³ 500 di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

Nell'appalto è compreso e compensato anche l'onere di sigillature dei giunti da eseguirsi con bitume a caldo e sabbia per la profondità di almeno 5 cm.

Art. 63 Condotte portanti in lamiera d'acciaio ondulata e zincata per tombini

Le strutture portanti per tombini e sottopassi, non realizzate in cemento armato, saranno costituite da lamiere d'acciaio, ondulate e zincate con onda normale alla generatrice, a piastre imbullonate o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167 - 70 e AASHO M 36 - 70, con un contenuto in rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm o superiore, ove prescritto dagli elaborati grafici di progetto, con tolleranza U.N.I., carico unitario di rottura non inferiore a 34 Kg/mm², e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo, praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 gr/m² per faccia.

E' a carico dell'Impresa la verifica di stabilità statica delle strutture, in funzione dei diametri e dei carichi incidenti. Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come bolle di fusione, parti non zincate, ecc..

L'Impresa dovrà corredare ciascuna fornitura con apposita certificazione, rilasciata dal produttore, attestante la conformità dei materiali alle norme di qualità richieste.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati per i tombini, dovranno risultare da tabelle fornite dal fabbricante con tolleranza del +/- 5% .

Le strutture impiegate saranno dei seguenti tipi:

a) ad elementi incastrati circolari

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 67,7 (pollici 2 e 2/3) e la profondità di mm 12,7 (1/2 pollice); la lunghezza dell'intero

manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di 0,61 m (2 piedi). L'elemento tipo sarà costituito da due mezze sezioni ondulate curvate ai raggi prescritti; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento.

Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti.

Gli appositi elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato e le sezioni impiegabili saranno del tipo circolare con diametro variabile da m 0,50 a m 1,00.

b) a piastre multiple imbullonate

L'ampiezza dell'onda sarà mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire in opera un vano la cui lunghezza sia multipla di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 1/4 di pollice ed appartenere alla classe 8G (norme U.N.I. 3740).

Le teste dei bulloni e dei dadi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. La forma del manufatto da realizzare è del tipo a sezione ribassata.

La coppia dinamometrica, al termine del serraggio dei bulloni, dovrà risultare tra 18 e 27 Kgm.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, interponendo, fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale adeguatamente compattato dello spessore di almeno 20 cm.

Il rinterro deve essere effettuato con analogo materiale compattato tramite piastre vibranti e pestelli, ove non utilizzabili le piastre.

Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a contatto con la struttura metallica.

Art. 64 Drenaggi con filtro in geotessile nontessuto

In terreni particolarmente ricchi di materiale fine o sui drenaggi verticali a tergo di murature interrato, il drenaggio delle acque dovrà essere attuato mediante il rivestimento del cavo con filtro in geotessile nontessuto.

Le prove da eseguire per il controllo dei requisiti saranno del tipo descritto nell'apposita voce; il peso minimo dovrà essere di 600 gr/mq.

I vari teli di geotessile nontessuto dovranno essere cuciti tra di loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione degli elementi dovrà essere di almeno 30 cm.

La parte inferiore dei geotessili, in contatto con il fondo del cavo di drenaggio e per una altezza di almeno 20 cm sui fianchi dovrà essere impregnata con bitume tipo 180-200 dato a caldo (o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sul geotessile) in ragione di almeno 2 kg/mq. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del non tessuto stesso o anche dopo la sua sistemazione in opera. Dal cavo dovrà fuoriuscire la quantità di geotessile nontessuto necessaria ad una doppia sovrapposizione della stessa sulla sommità di drenaggio (due volte la larghezza del cavo).

Sul fondo dello scavo verrà posta tubazione drenante microfessurata in PVC del diametro non inferiore a mm 250, interamente ricoperta con sabbia vagliata per uno spessore in sommità del tubo non inferiore a 20 cm.

Il cavo rivestito verrà 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 fare aderire il più possibile il non tessuto alle pareti dello scavo.

Terminato il riempimento si sovrapporrà il nontessuto fuoriuscente in sommità e su di esso verrà eseguita una copertura in terra pressata.

Art. 65 Barriere di sicurezza

Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

D)M. LL.PP. 18/2/1992, n. 223, “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;

D)M. LL.PP. 15/10/1996, “Aggiornamento del D.M. 18/2/1992, n. 223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza”;

D.M. LL.PP. 3/6/1998, “Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l’omologazione e l’impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell’omologazione”;

D.M. 4/5/1990, “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali”;

Circ. LL.PP. n. 2337 dell’ 11/7/1987;

Circ. LL.PP. n. 2595 del 9/6/1995;

Circ. LL.PP. n. 2357 del 16/5/1996 (e successive modifiche);

Circ. LL.PP. n. 4622 del 15/10/1996.

Pertanto in sede di offerta le ditte dovranno presentare una dichiarazione del legale rappresentante della stessa ditta nella quale si attesta che i loro fornitori realizzeranno la fornitura come prescritto nelle specifiche tecniche e assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94 (dichiarazione di impegno).

L’Impresa che si aggiudica il lavoro dovrà presentare una dichiarazione di conformità dei prodotti alle specifiche tecniche del presente Capitolato e secondo i criteri che assicurino la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94, dichiarazione ai sensi della norma EN 45014 rilasciata all’Impresa installatrice direttamente dal produttore o fornitore (dichiarazione di conformità).

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere attuate con dispositivi che abbiano conseguito il certificato di idoneità tecnica, ovvero l’omologazione, rilasciata dal Min. LL.PP. – Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale.

L’omologazione della barriera di sicurezza stradale dovrà corrispondere alla classe richiesta nell’elaborato progettuale. Ove la richiesta di omologazione è stata inoltrata ma non vi è rilasciata la certificazione di omologazione dal Min. LL.PP., la Ditta fornitrice, tramite l’Impresa appaltatrice, dovrà presentare prima dell’inizio effettivo dei lavori i relativi certificati di prova sul manufatto e sui materiali, per il tipo e classe di barriera richiesta nel lavoro in oggetto.

La conformità delle barriere e dei dispositivi dovrà rispondere ai termini di legge posti dal D.M. LL.PP. 3/6/1998 - art. 5 dell’allegato (dichiarazione di conformità nella produzione e per l’installazione).

A seconda della loro destinazione ed ubicazione le barriere si dividono nei seguenti tipi:

barriere centrali di spartitraffico;

barriere per bordo stradale, in rilevato o scavo;

barriere per opere d’arte, ponti, viadotti, sottovia, muri ecc.;

barriere per punti singolari quali zone di approccio opere d’arte, ostacoli fissi e simili.

La classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali, in relazione al “livello di contenimento”, risulta essere la seguente:

Classe	Contenimento
N1	Minimo
N2	Medio
H1	Normale
H2	Elevato
H3	Elevatissimo
H4	Per tratti ad altissimo rischio

Qualora nell’elenco prezzi si riporti oltre alla descrizione della barriera anche la classe di appartenenza ai sensi del D.M.

LL.PP. 3/6/1998, gli elementi geometrici e le caratteristiche dei materiali introdotti nella descrizione si intendono come valori o dati di riferimento, ma sarà tassativo dimostrare, da parte del fornitore, con il certificato di omologazione o di prova, la rispondenza della barriera da installare alla classe indicata nell'elenco prezzi.

BARRIERE DI SICUREZZA IN ACCIAIO

Le barriere, costituite da sostegni verticali (paletto di sostegno) e da fascia orizzontale (nastro) con elementi distanziatori, saranno installate ai margini della piattaforma stradale, ed eventualmente come spartitraffico centrale nelle strade a più sensi di marcia, in tratti discontinui secondo gli elaborati progettuali e ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori.

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincato a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 g/mq per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/96.

Le fasce saranno fissate ai sostegni con il bordo superiore che dovrà trovarsi ad una altezza non minore di 70 cm dalla pavimentazione, mentre la faccia lato strada si troverà a non meno di 15 cm dal filo dei sostegni lato strada.

Ciascun tratto dovrà essere delimitato da un elemento terminale curvo o interrato.

La bulloneria di collegamento sarà a testa tonda, ad alta resistenza, con piastrina copriasola antisfilamento di mm 45x100 e spessore mm 4.

Ogni tre fasce sarà installato un dispositivo rifrangente con superficie normale all'asse stradale.

Le barriere per lo spartitraffico centrale saranno a doppia fila, con elementi terminali tondi o interrati.

Art. 66 Opere con la tecnica spingi tubo

Questa specifica lavorazione dovrà essere preceduta da un rilievo accurato di dettaglio della pavimentazione autostradale.

La realizzazione di questo tipo di opera può suddividersi nelle seguenti operazioni:

- allestimento delle opere di servizio per la prefabbricazione dell'opera d'arte e per le operazioni di varo;
- allestimento fuori opera della struttura statica monolitica prefabbricata del sottopasso.

Platea di varo e muro reggispinga

Si tratta di una struttura in cls armato che, costruita su di un lato dell'opera d'arte da sottopassare, ha tre funzioni specifiche:

- costruire la base d'appoggio; in sede provvisoria, per l'allestimento dell'opera d'arte prefabbricata;
- assicurare il contrasto alla spinta oleodinamica per il varo;
- costruire il piano di scorrimento e di guida.

La costruzione della platea di varo dovrà essere eseguita realizzando una soletta continua in c.a. con risvolti laterali in funzione di guida al manufatto che su di essa scorrerà.

Alla estremità della platea (opposta al rilevato) verrà ancorato un muro reggispinga di idoneo spessore il quale è chiamato a contrastare la spinta dei martinetti, nella fase di infissione, che viene uniformemente distribuita da una trave rigida in acciaio.

Realizzata la platea, su di essa verrà posato un foglio di polietilene per favorirne il distacco e lo scorrimento del monolite che su di essa verrà costruito.

Nella fase di spinta, orientativamente ogni 5 m di avanzamento, occorrerà ricreare il contrasto ai martinetti. Per quanto riguarda le operazioni di varo del monolite, l'APPALTATORE dovrà inviare, insieme ai disegni e calcoli, il programma secondo il quale intende provvedere alle operazioni di varo.

Monolite

Sulla platea di varo viene costruito il monolite con la sezione della testata di infissione a 45° ed il perimetro sagomato a tagliante per facilitare l'avanzamento del manufatto.

Durante l'infissione del manufatto dovranno essere garantiti il mantenimento della direzione assegnata sia diretta che obliqua, sia in senso planimetrico che altimetrico in modo che al termine delle operazioni di varo non si abbia una deviazione sia in orizzontale che in verticale dell'asse longitudinale, rispetto alla posizione di progetto, superiore al 2% della lunghezza della canna.

La pendenza trasversale del manufatto, a posizionamento avvenuto, non dovrà comunque risultare superiore al 2%.

Tutte le anzidette tolleranze saranno accettate nei limiti sopraindicati solo se risulteranno compatibili con l'assetto definitivo della sovrastante sede autostradale.

L'APPALTATORE dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per impedire, durante le operazioni di scavo e di avanzamento, franamenti del terreno che possano determinare cedimenti o danni alle opere sovrastanti e latitanti la zona dei lavori; particolare cura dovrà essere posta in merito al caso in cui non sia previsto l'interruzione d'esercizio dei manufatti da sottopassare.

Qualunque lavoro o prestazione si rendesse necessaria per eliminare danni e inconvenienti di qualsiasi genere causati dai lavori connessi con l'infissione e la traslazione del manufatto sarà a totale carico dell'APPALTATORE

Completamento dell'opera

Il manufatto verrà posto in opera con le quote previste nel progetto esecutivo.

Posizionato il monolite, si procede alla demolizione con martelli pneumatici della punta tagliente e a completare l'opera secondo i disegni di progetto.

Art. 67 Segnaletica verticale

Tutti i segnali circolari, triangolari, targhe frecce, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione, dovranno essere costruiti e realizzati sotto la completa responsabilità dell'Impresa, in modo tale da resistere alla forza esercitata dal vento alla velocità di almeno 150 Km/ora.

PELLICOLE

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni.

- ✓ Disciplinare Tecnico sulla modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP. 31.3.1995.
- ✓ Certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9000, ai produttori delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.
- ✓ Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.
- ✓ Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale.
- ✓ I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.
- ✓ In particolari situazioni, al fine di implementare le condizioni di sicurezza sulla strada, si potranno richiedere pellicole con caratteristiche tecnologiche superiori ai minimi imposti dal disciplinare D.M. 31.03.95 solo in un regime di sperimentazione autorizzata.
- ✓ Certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.

Accertamento dei livelli di qualità

Le caratteristiche delle pellicole retroriflettenti devono essere verificate esclusivamente attraverso prove da eseguire presso uno dei seguenti laboratori:

- istituto elettrotecnico nazionale Galileo Ferraris - Torino;
- istituto sperimentale delle Ferrovie dello Stato S.p.A. - Roma;
- Stazione sperimentale per le industrie degli oli e dei grassi - Milano;
- Centro sperimentale ANAS - Cesano (Roma);
- Centro superiore ricerche, prove e dispositivi della M.C.T.C. del Ministero dei Trasporti - Roma;
- Centro prova autoveicoli - Via Marco Ulpio Traiano, 40 Milano;

- Laboratorio prove materiali della Società Autostrade - Fiano Romano;
- Istituto di ingegneria dell'Università di Genova;
- Laboratori ufficialmente riconosciuti di altri Stati membri della Comunità Europea;
- Altri laboratori accreditati SINAL per le prove previste dal disciplinare tecnico 31/3/1995.

I produttori delle pellicole retroriflettenti e degli inchiostri idonei alla stampa serigrafica delle stesse, o le persone giuridiche o loro legali rappresentanti, per poter accedere all'accertamento dei livelli di qualità presso il laboratorio prescelto, dovranno allegare alla domanda una dichiarazione autenticata che i campioni consegnati per le prove derivano da materiale di loro ordinaria produzione dovrà accertarsi della esistenza e regolarità di tale dichiarazione e allegarne copia al certificato di conformità delle pellicole retroriflettenti di cui costituiscono parte integrante.

I produttori delle pellicole retroriflettenti devono tenere a disposizione di qualsiasi ente interessato i certificati di conformità delle stesse rilasciati da uno dei laboratori sopra indicati.

Inoltre gli stessi produttori devono rilasciare agli acquirenti una dichiarazione che i prodotti commercializzati corrispondono, per caratteristiche e qualità ai campioni sottoposti a prove.

La certificazione, la cui data di rilascio non deve essere anteriore di oltre cinque anni, deve essere presentata nella sua stesura integrale; in essa tutte le prove devono essere chiaramente e dettagliatamente specificate e deve essere dichiarato che le singole prove sono state eseguite per l'intero ciclo sui medesimi campioni.

Il certificato di conformità dovrà essere riferito, oltre alle pellicole retroriflettenti colorate in origine, alle stesse pellicole serigrafate in tutte le combinazioni dei colori standard previste dal regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada. Il tipo di inchiostro utilizzato dovrà essere inoltre esplicitamente dichiarato.

Dalle certificazioni dovrà risultare la rispondenza alle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal presente disciplinare tecnico ed il superamento delle prove tecnologiche in esso elencate.

Il Ministero dei lavori pubblici - Ispettorato Generale per la circolazione e la sicurezza stradale - ha la facoltà di accertare in qualsiasi momento che le pellicole retroriflettenti corrispondano alle certificazioni di conformità presentate dal produttore delle pellicole.

Ove dagli accertamenti effettuati dovessero risultare valori inferiori ai minimi prescritti o prove tecnologiche non superate, il Ministero dei Lavori Pubblici provvederà a darne comunicazione a tutti gli enti interessati.

Definizioni

• Pellicola di classe 1

A normale risposta luminosa con durata di 7 anni. La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere, requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 1.

• Pellicola di classe 2

Ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni. La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tab. III deve mantenere almeno '80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso.

Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I.

Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni.

Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

• Pellicole sperimentali

Come punto 3.2, aventi caratteristiche prestazionali grandangolari superiori (da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali di tipo sperimentale).

• **Pellicole retroriflettenti**

Le pellicole retroriflettenti da usare per la realizzazione dei lavori oggetto del presente appalto dovranno essere esclusivamente quelle aventi caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche e di durata previste dal disciplinare tecnico approvato dal Min.LL.PP del 31.03.1995 e dovranno risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI/EN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte devono contenere gli siti di tutte le prove prescritte dal suddetto Disciplinare.

Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti (di classe 1 e 2) sia effettivamente integrato con la struttura del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentale.

• **Pellicola di classe 2 speciale grandangolare**

Ad altissima risposta luminosa con durata 10 anni, munita di certificazione per la classe 2, ma avente caratteristiche prestazionali superiori alla pellicola di classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M.31.03.1995.

Detta pellicola retroriflettente deve possedere caratteristiche di grande angolarità superiori, come riportato nella seguente tabella che evidenzia le caratteristiche fotometriche delle stesse:

	ANGOLO DIVERG.	ANGOLO ILLUMIN.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
1°		5°	80	65	20	10	4
		30°	50	40	13	5	2,5
		40°	15	13	5	2	1
1,5°		5°	20	16	5	2,5	1
		30°	10	8	2,5	1	0,5
		40°	5	4,5	1,5	0,5	0,25

Un rapporto di prova rilasciato da un istituto riconosciuto e previsto dal D.M. 31.03.1995 attestante che la pellicola retroriflettente rispetta i valori riportati nella suddetta tabella, deve essere fornito dalla sola ditta aggiudicataria.

Potrà essere richiesto che tale pellicola sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitarne la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 15° (venti gradi).

La misurazione si intende effettuata con strumenti per la misura delle tensioni superficiali "KRUSS" con acqua distillata ed alla temperatura di 22°C.

In tal caso le caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.

• **Pellicole stampate**

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole.

Le Ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente.

I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste rispettivamente ai precedenti paragrafi.

• **Pellicole di tipo A**

Pellicole retroriflettenti termoadesive.

Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

• **Pellicole di tipo B**

Pellicole retroriflettenti autoadesive.

Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

• **Limite colorimetrico**

Linea (retta) nel diagramma di cromaticità (C.I.E. 45.15.200) che separa l'area di cromaticità consentita da quella non consentita.

• **Fattore di luminanza**

Rapporto tra la luminanza della superficie e quella di un diffusore perfetto per riflessione illuminato nelle stesse condizioni (C.I.E. 45.20.200).

• **Coefficiente areico di intensità luminosa**

Quoziente che si ottiene dividendo l'intensità luminosa (I) del materiale retroriflettente nella direzione di osservazione per il prodotto dell'illuminamento (E_i) sulla superficie retroriflettente (misurato su un piano ortogonale alla direzione della luce incidente) e della sua area (A).

1

Simbolo: $R' = \frac{I}{E_i \times A}$

(E_i) x A

Unità di misura: cd/ lux x m²

• **Angolo di divergenza**

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la direzione secondo la quale si osserva la pellicola retroriflettente.

• **Angolo di illuminazione**

Angolo compreso tra la direzione della luce incidente e la normale alla pellicola retroriflettente.

CARATTERISTICHE COORIMETRICHE FOTOMETRICHE E METODOLOGIE DI MISURA

Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza

• **Prescrizioni**

Le coordinate tricromatiche dei colori da impiegare nel segnalamento stradale devono rientrare nelle zone consentite nei diagrammi colorimetrici standard C.I.E. 1931. Il fattore di luminanza non deve essere inferiore al valore minimo prescritto nella seguente tab. I., ad eccezione del colore nero il cui valore costituisce un massimo.

TAB. I – Coordinate colorimetriche valide per le pellicole di classe I e 2.

COLORE	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0)					Fattore di luminanza minimo ----- PELLICOLE	
	1	2	3	4	CL. 1	CL.2	
<i>BIANCO</i> X Y	0.350 0.360	0.300 0.310	0.285 0.325	0.335 0.375	≥ 0.35	≥ 0.27	
<i>GIALLO</i> X Y	0.545 0.454	0.487 0.423	0.427 0.483	0.465 0.534	≥ 0.27	≥ 0.16	
<i>ROSSO</i> X Y	0.690 0.310	0.595 0.315	0.569 0.341	0.655 0.345	≥ 0.03		
<i>VERDE</i> X Y	0.007 0.703	0.248 0.409	0.177 0.362	0.026 0.366	≥ 0.03		
<i>BLU</i> X Y	0.078 0.171	0.150 0.220	0.210 0.160	0.137 0.038	≥ 0.01		
<i>ARANC.</i> X Y	0.610 0.390	0.535 0.375	0.506 0.404	0.570 0.429	≥ 0.15		
<i>MARR.</i> X Y	0.455 0.397	0.523 0.492	0.479 0.373	0.588 0.394	$0.03 \leq B \leq 0.09$		
<i>GRIGIO</i> X Y	0.350 0.360	0.300 0.310	0.285 0.325	0.335 0.375	$0.12 \leq B < 0.18$		
<i>NERO</i> X Y					≤ 0.03		

• **Metodologia di prova**

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza deve essere effettuata secondo quanto specificato nella pubblicazione C.I.E. n.15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il materiale si intende illuminato con luce diurna così come rappresentata dall'illuminante normalizzato D65 (C.I.E. 45.15.145) ad un angolo di 45 gradi rispetto alla normale alla superficie, mentre l'osservazione va effettuata nella direzione della normale (geometria 45/0).

La misura consiste nel rilievo del fattore di radianza spettrale nel campo 380:780 mm, da effettuare mediante uno spettrofotometro che consenta la geometria prescritta.

La misura delle coordinate tricromatiche e del fattore di luminanza viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove di cui ai paragrafi 5.5, 5.6, 5.8, 5.9 e 5.10.

COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA

• **Prescrizioni**

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tab. II per le pellicole retroriflettenti di Classe 1, e nella tab. III per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Colori ottenuti con stampa serigrafica sul colore:

TAB. II - Pellicole di Classe 1 a normale risposta luminosa

ANGOLI	VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/ -1 m/ -2)							
	Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO
12'	5°	70	50	14.5	9	4	25	1.0
	30°	30	22	6	3.5	1.7	10	0.3
	40°	10	7	2	1.5	0.5	2.2	0.1
20'	5°	50	35	10	7	2	20	0.6
	30°	24	16	4	3	1	8	0.2
	40°	9	6	1.8	1.2	0.1	2.2	0.1
2'	5°	5	3	1.0	0.5	0.1	1.2	0.1
	30°	2.5	1.5	0.5	0.3	0.1	0.5	0.1
	40°	1.5	1.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1

TAB. III - Pellicole di Classe 2 a normale risposta luminosa

ANGOLI	VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd. lux/ -1 m/ -2)							
	Div.	I11	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	ARANCIO
12'	5°	250	170	45	45	20	100	12
	30°	150	100	25	25	11	60	8.5
	40°	110	70	15	12	8	29	5
20'	5°	180	120	25	21	14	65	8
	30°	100	70	14	12	8	40	5
	40°	95	60	13	11	7	20	3
2'	5°	5	3	1.0	0.5	0.2	1.5	0.2
	30°	2.5	1.5	0.4	0.3	0.1	1.0	0.1
	40°	1.5	1.0	0.3	0.2	0.1	1.0	0.1

Per applicazioni di tipo sperimentale, nel caso di utilizzo di pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa grandangolare devono essere sempre rispettati i valori minimi indicati nella citata tabella III.

• Condizioni di prova

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa deve essere effettuata secondo le raccomandazioni contenute nella pubblicazione C.I.E. n.54 con illuminante normalizzato A(2856K).

Per la misura del coefficiente areico di intensità luminosa devono essere considerate:

- la misura dell'area della superficie utile del campione $d/2$;
- la misura dell'illuminamento E/i in corrispondenza del campione;
- la misura dell'illuminamento E_r su rivelatore per ottenere l'intensità luminosa emessa dal campione mediante la relazione: $= E_r \cdot d$

La misura del coefficiente areico di intensità luminosa viene effettuata su due provini della pellicola retroriflettente allo stato tal quale (nuova) e su provini sottoposti alle prove come sopra specificato

Caratteristiche tecnologiche e metodologiche di prova

Condizioni di prova

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23 +/- 2 gradi C e 50 +/- 5% di umidità relativa.

Le prove di resistenza devono essere effettuate su provini sigillati con un prodotto idoneo.

Spessore, incluso l'adesivo

• Prescrizioni

Classe 1 non superiore a mm. 0,25

Classe 2 non superiore a mm. 0,30

• Metodologia di prova

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm. 150x150 dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore è stato precedentemente misurato con un micrometro.

Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro.

La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

Adesività

• Prescrizioni

Le pellicole retroriflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco per il periodo di vita utile della pellicola.

• Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio di circa mm 60x120 si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa mm. 20x40.

Dopo aver condizionato i provini secondo quanto indicato al paragrafo 5.4. si rimuovono circa cm 2 lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta.

Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti cm 2 lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi cm 2 lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola.

Flessibilità

• Prescrizioni

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

• Metodologie di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 60x120x0,5 si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 9° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale

• Prescrizioni

Al termine della prova di 1.000 ore per la pellicola di Classe 1 e di 2.200 ore per quella di Classe 2 (500 ore per il colore arancio), le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi).

Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

• Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di mm 90 x 90. Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova.

L'area del pannello non deve però essere inferiore a mm 50x50.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al punto 5.1. i provini vengono sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformità alla norma ASTM G 26 - 83.

Le modalità di prova sono le seguenti:

- metodo di prova "A": esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua;
- ciclo di prova: 102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua;
- sorgente luminosa: lampada allo xenon da 6500 W;
- filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;
- irraggiamento sul campione: controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;
- temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni: 63° +/- 5° (misurata mediante termometro a bulbo nero);
- umidità relativa: 65 +/- 5%;
- temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo: 16° +/- 5° C.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni fissate al punto 5.5.1. con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle II e III.

Resistenza alla nebbia salina

• Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

• Metodologia di prova

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm.90 x 120 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 90x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone all'azione della nebbia salina, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35 +/- 2 gradi C.

La prova è costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano.

Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza all'impatto

• Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

• **Metodologia di prova**

Su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 150x150x0.5 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 150 x 150.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1., i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di mm 100x100.

Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

Resistenza al calore

• **Prescrizioni**

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

• **Metodologia di prova**

Su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm. 15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anche esso le stesse dimensioni.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone in forno alla temperatura di 70° +/- 3° per 24 ore.

Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza al freddo

• **Prescrizioni**

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe I;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

Resistenza ai carburanti

• **Prescrizioni**

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tabella II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tabella III per le pellicole di classe 2.

• **Metodologia di prova**

Su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60x120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isotano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione.

Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri

• Prescrizioni

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, fessurazioni, distacchi).

• Metodologie di prova

La prova si esegue come indicato al punto 5.10.2 utilizzando però normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio.

Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1° C.

Caratteristiche del contrassegno di individuazione

• Prescrizioni

Il contrassegno di individuazione di cui al capitolo 5 deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffattibile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

• Metodologie di prova

• Verifica della inasportabilità

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di classe 1 che di classe 2, di dimensioni tali da comprendere almeno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino all'asportazione parziale dello strato superficiale.

Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola. 5.12.2.2 Verifica della non contraffattibilità e della struttura interna del campione.

Un campione rappresentativo deve essere sezionato in corrispondenza del contrassegno ed esaminato al microscopio ottico. Il contrassegno deve essere visibile nella struttura interna della pellicola ed integrato in essa.

• Verifica della durata

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale, di cui al paragrafo 5.5., il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

Individuazione delle pellicole retroriflettenti

I produttori delle pellicole retroriflettenti, rispondenti ai requisiti di cui al presente disciplinare, dovranno provvedere a renderle riconoscibili a vista mediante un contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" e "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e di classe 2.

Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE.

I fabbricanti dei segnali stradali dovranno curare, e gli Enti acquirenti accertare, che su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale compaia, almeno una volta, il suddetto contrassegno.

Non potranno pertanto essere utilizzate per la costruzione di segnali stradali pellicole retroriflettenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio.

Le analisi e prove da eseguire sui materiali retroriflettenti, così come previste dal presente disciplinare, potranno avere luogo solo previo accertamento della presenza del marchio di individuazione e della sussistenza delle sue caratteristiche.

SUPPORTI IN LAMIERA

I segnali saranno costituiti in lamiera di ferro di prima scelta, dello spessore non inferiore a 10/10 di millimetro o in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% dello spessore non inferiore a 25/10 di millimetro (per dischi, triangoli, frecce e targhe di superficie compresa entro i 5 metri quadrati) e della spessore di 30/10 di millimetri per targhe superiori ai 5 metri quadrati di superficie.

- Rinforzo perimetrale

Ogni segnale dovrà essere rinforzata lungo il suo perimetro da una bardatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a centimetri 1,5;

- Traverse di rinforzo e di collegamento

Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di metri quadrati 1.50, i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad U dello sviluppo di centimetri 15, saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria.

- Traverse intelaiature

Dove necessario sono prescritte per, cartelli di grandi dimensioni traverse in ferro zincate ad U di collegamento tra i vari sostegni.

Tali traverse dovranno essere complete di staffe d attacchi a morsetta per il collegamento, con bulloni in acciaio inox nella quantità necessaria, le dimensioni della sezione della traversa saranno di millimetri 50x23, spessore di millimetri 5, e la lunghezza quella prescritta per, singoli cartelli.

La verniciatura di traverse, staffe, attacchi e bulloni dovrà essere eseguita come per i sostegni. La zincatura delle traverse dovrà essere conforme alle Norme C.E.I. 7 - fascicolo 239 (1968) sul Controlla della zincatura.

- Congiunzioni diverse pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Qualora i segnali siano costituiti da due o più pannelli, congiunti, questi devono essere perfettamente accostati mediante angolari anticorodal da millimetri 20x20, spessore millimetri 3, opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini in acciaio inox da 1/4 x 15 sufficienti ad ottenere un perfetto assestamento dei lembi dei pannelli.

- Trattamento lamiera (preparazione del grezza e verniciatura)

La lamiera di ferro dovrà essere prima decapata e quindi fosfatizzata mediante procedimento di bondrizzazione al fine di ottenere sulle superfici della lamiera stessa uno strato di cristalli salmi protettivi ancorati per la successiva verniciatura.

La lamiera di alluminio dovrà essere resa anche mediante carteggiatura, sgrassamento a fonda e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione e ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. Il grezzo dopo aver subito i suddetti processi di preparazione, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, secondo il tipo di metallo.

La cottura della vernice sarà eseguita a forno e dovrà raggiungere una temperatura di 140 gradi.

Il resto e la scaturatura dei cartelli verrà rifinito in colore grigio neutra con speciale smalto sintetica.

ATTACCHI

Ad evitare forature tutti i segnali dovranno essere muniti di attacchi standard (per l'adattamento ai sostegni in ferro tubolare diam. mm. 48, 60, 90), ottenuto mediante fissaggio elettrico sul retro di corsoio a "C" della lunghezza minima di 22 centimetri, oppure sarà ricavato (nel caso di cartelli rinforzati e composti di pannelli multipli) direttamente sulle traverse di rinforzo ad U.

Tali attacchi dovranno essere completati da opportune staffe in acciaio zincato corredate di relativa bulloneria pure zincata.

SOSTEGNI

I sostegni per i segnali verticali, portali esclusi, saranno in ferro tubolare diametro mm. 60, 90 chiusi alla sommità e, previo decapaggio del grezza, dovranno essere zincati conformemente alle norme U.N.I. 5101 e ASTM 123, ed eventualmente verniciati con doppia mano di idonea vernice sintetica opaca in tinta neutra della gradazione prescritta dalla Direzione dei Lavori.

Detti sostegni comprese le staffe di ancoraggio del palo di basamento, dovranno pesare rispettivamente per i due diametri sopra citati non meno di 4,2 e 8,00 Kg/m.

Previ parere della Direzione dei Lavori, il diametro inferiore sarà utilizzato per i cartelli triangolari, circolari e quadrati di superficie inferiore a metri quadrati 0,8, mentre il diametro maggiore sarà utilizzato per i cartelli a maggiore superficie.

Il dimensionamento dei sostegni dei grandi cartelli e la loro eventuale controventatura dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori previo studio e giustificazione tecnica redatta dall'Impresa.

SOSTEGNI A PORTALE

I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavallette saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo con ritti a sezione variabile a perimetro costante di dimensioni calcolate secondo l'impiega e la superficie di targhe da installare.

E' a carico dell'impresa inoltre ogni altro onere per la preventiva presentazione alla D.L. della relazione di calcolo del

portale e del relativo plinto di fondazione con allegati disegni esecutivi, firmati da un ingegnere iscritto all'albo, nonché dal computo del peso teorico che dovrà trovare riscontro con gli accertamenti che saranno effettuati dalla D.L. per la determinazione del peso effettivo.

La traversa sarà costituita da tubolare a sezione rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura.

La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/ora. I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritta, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo.

L'altezza minima del piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di cm. 550.

La bulloneria sarà in acciaio 8.8 con trattamenti Draconet 320.

FONDAZIONI E POSA IN OPERA

La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposita base delle dimensioni minime di cm. 30x30x50 di altezza in conglomerato cementizio dosata a quintali 2,5 di cemento tipa 325 per metro cubo di miscela intera granulometricamente corretta.

Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni.

Le dimensioni maggiori saranno determinate dall'Impresa tenendo presente che sotto la sua responsabilità gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di Km. 150/ora.

Resta inteso che tale maggiorazione è già compresa nel prezzo della posa in opera.

L'Impresa dovrà curare in modo particolare la sigillatura dei montanti nei rispettivi basamenti prendendo tutte le opportune precauzioni atte ad evitare collegamenti non rigidi, non allineati e pali non perfettamente a piombo.

I segnali dovranno essere installati in modo da essere situati alla giusta distanza e posizione agli effetti della viabilità e della regolarità del traffico seguendo il progetto redatto approvato dalla Direzione dei Lavori.

Il giudizio sulla esattezza di tale posizione è riservata in modo insindacabile dalla Direzione dei Lavori e saranno ed esclusiva carica e spese dell'Impresa ogni operazione relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

SEGNALETICA COMPLEMENTARE

Occhi di gatto

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente della stessa colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art.153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei Lavori Pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Impresa concorrente.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento Art. 153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

a) per uso permanente (EN1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;

- colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.

b) per uso temporaneo (EN 1463-1)

- classificazione: tipo 3A

- proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo

3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colorati

- colore:

a) colore dell'inserito rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9;

b) colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

Oltre ai certificati relativi alle proprietà fotometriche e al colore, comprovanti la rispondenza ai valori previsti nella norma EN1463-1, l'impresa deve presentare:

- omologazione del Ministero LL. PP. per i tipi rispondenti alla classificazione sopra descritta;
- certificato relativo alle prove di impatto;
- certificato relativo alle prove di penetrazione dell'acqua;
- certificato relativo alla resistenza alla temperatura;
- certificato relativo alla resistenza alla compressione.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta concorrente sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di scadenza di presentazione dell'offerta e recare un numero di individuazione.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti non rispondenti alle norme vigenti e a quelle particolari del presente capitolato, comporterà l'esclusione dall'appalto.

La fornitura da parte dell'impresa di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediata annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse dell'Amministrazione.

Art. 68 Cordolo in gomma

Il cordolo in gomma largo 160 mm, lungo 1000 mm e alto 50 mm di cui al presente capitolato, deve essere di colore giallo, deve prevedere inserti rifrangenti in preformato e deve rispondere alle caratteristiche tecniche dei delimitatori di corsia di cui all'articolo 178 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Il rapporto tra la base e l'altezza del cordolo deve essere compreso tra 2 e 4; il profilo trasversale deve essere convesso e la tangente al profilo, lungo l'intero sviluppo, non deve formare con l'orizzontale un angolo superiore a 70°; il raggio di curvatura lungo il profilo non deve essere mai inferiore a 3 cm.

Il cordolo deve prevedere pezzi speciali di testata da porre all'inizio del tratto di applicazione con pendenza longitudinale non superiore al 15%; l'elemento di testata deve essere evidenziato con pellicole retroriflettenti di classe 2.

Ogni singolo modulo deve essere applicabile con un sistema di fissaggio mediante tasselli a espansione senza l'utilizzo di alcun adesivo o resina bicomponente.

Inoltre, il cordolo deve essere sormontabile da parte di ciclomotori o motocicli leggeri e in merito a tale requisito devono essere presentati certificanti attestanti chiaramente le prove dinamiche al vero.

Il presente cordolo deve essere omologato dal Ministero dei Lavori Pubblici e deve rispondere ai requisiti costruttivi come da prot. 191 del 26/11/96 dell'Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale.

• Materiale

I requisiti del materiale devono essere conformi al citato prot. n°191 del Consiglio Superiore dei LL.PP. Le caratteristiche fondamentali saranno pertanto:

- resistenza alla rottura per trazione (UNI 6053) non inferiore a 15 N/mm²
- allungamento alla rottura per trazione (UNI 6063) non inferiore al 180%
- resistenza alla lacerazione (UNI 4914) non inferiore a 30 N
- durezza Shore A (UNI 4916) compresa tra 65 e 85

Certificazioni e condizioni di partecipazione alla gara

Per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovranno essere presentati:

- ✓ Approvazione del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le caratteristiche tecniche espresse nell'adunanza del 25/9/96 della V sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con prot. n° 191.
- ✓ Certificato attestante che il dispositivo è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI - EN - ISO 9000

Art. 69 Cordolo delimitatore di corsia

Il delimitatore di corsia alto 100 mm di cui al presente capitolato, è un dispositivo atto ad una efficace separazione dei flussi di traffico di particolari tipologie di veicoli che viaggiano in corsia riservata (mezzi pubblici quali tram, autobus, taxi etc.). Tale dispositivo dovrà essere di colore giallo, dovrà prevedere un'opportuna riflettorizzazione per garantire la visibilità anche notturna e dovrà comunque rispondere alle caratteristiche tecniche dei delimitatori di corsia di cui all'articolo 178 del Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del Codice della Strada.

Caratteristiche tecniche e dimensionali dei componenti

Il cordolo in oggetto, può essere costituito da gomma naturale non riciclata o da materiale plastico elastomerico [in pasta gialla], e dovrà avere una larghezza alla base di 300 mm, al fine di evitare il tracciamento della relativa striscia gialla sulla pavimentazione.

Dovranno essere previsti anche pezzi speciali di testata da porre all'inizio e alla fine del tratto d'applicazione, nonché la possibilità di fornire (su richiesta di codesta Amministrazione e secondo le quantità necessarie) elementi flessibili cilindrici con fasce rifrangenti, così come specificato in seguito.

Ogni singolo modulo deve essere applicabile con un sistema di fissaggio mediante barre filettate e/o tasselli utilizzando resine bicomponenti o malte cementizie.

Inoltre, requisito fondamentale per il cordolo, dovrà essere la sormontabilità da parte di ciclomotori o motocicli leggeri; in merito a tale requisito devono essere presentati certificanti attestanti chiaramente le prove dinamiche al vero.

Il dispositivo, nella sua interezza, deve essere approvato dal Ministero dei Lavori Pubblici, e deve rispondere alle caratteristiche tecniche espresse nell'adunanza del 25/9/96 della V sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con prot. n° 191.

• Materiale

I requisiti del materiale devono essere conformi al citato prot. n°191 del Consiglio Superiore dei LL.PP. Le caratteristiche fondamentali saranno pertanto:

- ✓ resistenza alla rottura per trazione (UNI 6053) non inferiore a 15 N/mm²
- ✓ allungamento alla rottura per trazione (UNI 6063) non inferiore al 180%
- ✓ resistenza alla lacerazione (UNI 4914) non inferiore a 30 N
- ✓ durezza Shore A (UNI 4916) compresa tra 65 e 85

• Moduli centrali

La lunghezza degli elementi deve essere di 1000 mm. Il profilo trasversale sarà sostanzialmente convesso, senza spigoli vivi e con il raggio di curvatura lungo lo stesso maggiore o uguale a 30 mm.

I moduli devono prevedere degli inserti rifrangenti in preformato o catadiottrici, ed una sede per l'inserimento di un cilindro flessibile o di altro dispositivo di tipo attivo autoalimentato.

• Elementi terminali

I terminali dovranno raccordarsi col profilo dei moduli centrali e presentare una rastremazione con pendenza non superiore al 15%.

Ogni elemento dovrà inoltre disporre di un inserto in pellicola retroriflettente di classe 2 o superiore.

• Cilindri flessibili

I delineatori flessibili saranno provvisti di una o più fasce rifrangenti in pellicola di classe 2 e avranno forma cilindrica, per offrire un'ottima visibilità sotto ogni angolazione laterale.

Certificazioni e condizioni di partecipazione alla gara

Per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, dovranno essere presentati:

Cordolo

- Approvazione del Ministero dei Lavori Pubblici, secondo le caratteristiche tecniche espresse nell'adunanza del 25/9/96 della V sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici con prot. n° 191.
- Certificato attestante che il dispositivo è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI - EN - ISO 9000

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice del materiale con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta concorrente, sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa. Tale vidimazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di scadenza di presentazione dell'offerta e recare un numero di individuazione. La presentazione di documenti incompleti o insufficienti o non rispondenti alle norme vigenti e a quelle del presente capitolato, comporterà l'esclusione dall'appalto.

La fornitura da parte della Ditta aggiudicataria di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediato annullamento del contratto, con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse di questa amministrazione.

Art. 70 Segnaletica orizzontale permanente

MATERIALI PREFORMATI RETRORIFLETTENTI

La segnaletica orizzontale realizzata in preformato retrorifrangente dovrà attenersi alla normativa di cui all'Art.40 del D. Lgs n. 285 del 30.04.1992 e del suo regolamento di esecuzione approvato con D.P.R. n. 495 del 16.12.1992, in particolare dall'Art. 137 all'Art.155 come modificato dal D.P.R. n.610 del 16-9-1996.

Il materiale in oggetto dovrà essere costituito da un laminato elastoplastico autoadesivo con polimeri di alta qualità, contenente una dispersione di microgranuli ad alta potere antisdrucchiolo e di microsferi in vetro "TIPO A" o in ceramica "TIPO B e C" (o equivalente) con caratteristiche in rifrazione tali da conferire al laminato stesso un alto e continuato potere retroriflettente.

Per garantire una buona stabilità del colore ed un ancoraggio ottimale delle microsferi, il prodotto dovrà essere trattato in superficie con una speciale resina.

Il laminato elastoplastico autodesivo potrà essere posto in opera ad incasso su pavimentazioni nuove, nel corso della stesura del manto bituminoso, o su pavimentazioni già esistenti mediante uno speciale "Primer", da applicare solamente sul manto d'asfalto.

Il laminato dovrà inoltre essere in grado di conformarsi perfettamente alla pavimentazione stradale attraverso l'azione del traffico, ed essere, dopo l'applicazione, immediatamente transitabile.

Il laminato potrà essere utilizzato per la realizzazione di segnalamenti orizzontali longitudinali, simboli e iscrizioni di ogni tipologia.

Il materiale dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:

TIPO A (fasce di arresto, zebraure, scritte)

- Antisdrucchiolo

Il valore iniziale, con materiale bagnato, è di almeno 60 SRT (British Portable Skid Resistance Tester).

- Rifrangenza

I laminati per segnaletica orizzontale dovranno avere i seguenti valori iniziali di retroriflettenza nei quali la luminanza specifica (SL) è espressa in millicandele per metro quadrato per lux di luce incidente (mcd/mq x lux).

L'angolo di osservazione sarà di 2,29° e l'angolo di incidenza sarà di 1,29°

Per colore bianco mcd/lux/mq.= 500

- Spessore

Una volta applicato non potrà sporgere più di 3 mm.dal piano viabile.

- Microsfere

Le microsferi in vetro ancorate allo strato di resina, dovranno avere un indice di rifrangenza uguale o superiore a 1,9

-Composizione

I laminati dovranno avere nella parte superiore uno strato di resina poliuretanica tale da assicurare un durevole ancoraggio delle microsferi in vetro e delle particelle antiscivolo.

Il laminato dovrà contenere al suo interno uno speciale tessuto reticolare in poliestere tale da assicurare una elevata resistenza alla spina torsionale che può essere esercitata dai veicoli in curva.

La Ditta produttrice del suddetto materiale dovrà essere in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000.

GARANZIE SUI PREFORMATI RETRORIFRANGENTI

Ai sensi dell'Art. 14 lettera E del D.Lgs 358/2 casi' come espresso dal D.P.R. 573/94 e della circolare Ministero LL.PP. 16-5-1997 n.2353 per garantire le caratteristiche richieste dal presente Capitolato, dovrà essere presentato:

- certificato attestante che il preformato retrorifrangente è prodotto da Azienda in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI EN 9000
- certificato comprovante il valore di rifrangenza
- certificato comprovante il valore di antiscivolosità

Art. 71 Impianti elettrici

01 – OGGETTO DELL'APPALTO

Formano oggetto dell'appalto ogni opera e magistero necessarie alla realizzazione dell'impianto di alimentazione elettrica di potenza delle utenze elettriche a servizio dell'opera, secondo quanto specificato nella relazione tecnica e nel computo metrico.

02 - NORME DI RIFERIMENTO – CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI

I locali di installazione degli impianti in oggetto sono da classificare, allo stato attuale delle informazioni circa la destinazione d'uso prevista (locale tecnico) come luoghi ordinari che rientrano nel campo di applicazione della Norma CEI 64-8.

Gli impianti di illuminazione esterna sono da considerare come estensione dell'impianto interno, con l'accortezza che le apparecchiature sino del tipo protetto contro le intemperie ovvero secondo Norma CEI 64-8/714 e Guida CEI 64-19.

Nella progettazione dell'adeguamento si tiene di tali presupposti ed inoltre della Legge n° 186/1968, del DM 37/2008, delle Norme CEI pertinenti, nonché delle disposizioni del capitolato anche se queste fossero più severe di quelle previste dai richiamati Norme, Leggi e Regolamenti.

A titolo indicativo, ma non esclusivo, si indicano qui di seguito le principali Norme CEI di riferimento.

Norme CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori"

Guida CEI 64-19 "Impianti di illuminazione situati all'esterno"

Norme CEI 20-22 "Cavi non propaganti l'incendio".

Norme CEI 23-8 "Tubi protettivi rigidi in PVC ed accessori".

Norme CEI 23-14 "Tubi protettivi flessibili in PVC ed accessori".

Norme CEI 17-13 "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT)

Anche se non successivamente richiamate, gli impianti dovranno essere sempre adeguati alle suddette Norme e Leggi. In caso di pubblicazione di Norme a modifica e/o sostituzione di quelle di riferimento, anche durante il corso dei lavori, la Ditta Appaltatrice è tenuta ad uniformarvisi.

03 - INTERVENTI DA REALIZZARE

Gli interventi da realizzare, meglio descritti nella relazione tecnica, riguardano tre macro utenze:

- i compressori del sistema oleodinamico di apertura e chiusura delle paratoie;
- l'illuminazione esterna;
- le apparecchiature ausiliarie e di gestione.

L'alimentazione elettrica avverrà in bassa tensione mediante collegamento alla rete di distribuzione effettuato direttamente da Enel Distribuzione SpA, che installerà il contatore in prossimità del locale tecnico prossimo alle paratoie. La massima potenza assorbibile al punto di connessione per garantire una caduta di tensione nei limiti di fornitura è stata comunicata in 18 kW.

È prevista l'installazione di un'alimentazione ausiliaria costituita da un sistema di due gruppi elettrogeni da 60 kVA ciascuno.

04 - REQUISITI E CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI IMPIANTI

04.01 – Quadro generale

Sarà costituito da contenitore in materiale metallico o in resina atto a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche, termiche e agli effetti dell'umidità; sarà in esecuzione da parete, con portella trasparente e chiusura a chiave, contenente le apparecchiature necessarie all'alimentazione delle linee rappresentate negli schemi allegati. Il quadro è dimensionato secondo Norme CEI 17-13/1 e/o CEI 23-51; saranno richieste, le prove di accettazione e di tipo come prescritto dalle norme citate; quindi è previsto il rilascio, da parte del costruttore, del certificato da cui si evincano i risultati delle prove previste dalla norma, nonché l'applicazione della targa con i dati caratteristici come richiesto dalla Norma citata [nome del costruttore, tipo, n° di identificazione, corrente nominale del quadro (definita come la corrente più bassa tra quella in entrata e quella in uscita), tensione nominale, grado di protezione].

Il grado di protezione sarà almeno IP40 o dipendentemente dall'ambiente di installazione a discrezione della Direzione dei lavori.

Gli interruttori automatici magnetotermici differenziali, relé, contattori, etc, da utilizzare, saranno del tipo modulare a passo DIN 17,5 mm, realizzati in conformità alle Norme CEI EN 60898 e 61009, salvo diverse indicazioni delle tavole di progetto.

Ogni interruttore sarà dotato sul fronte, di un cartellino indicativo del circuito protetto. Quanto riportato sulle tavole di progetto circa la denominazione del circuito è da intendere puramente indicativo, rimandando ad una esatta identificazione, a quanto verrà stabilito in corso d'opera.

04.02 - Linee di alimentazione dei circuiti

Le linee di alimentazione delle utenze saranno derivate dal quadro generale a valle dei nuovi interruttori MTD, e saranno costituite da cavi unipolari tipo N07V-K infilati in tubazioni dedicate da parete in materiale plastico autoestinguento e/o da cavi multipolari tipo FG7OR pure infilati in tubazioni dello stesso tipo suddetto ovvero posati in apposite canalette e/o passerelle secondo quanto sarà ritenuto opportuno e necessario a discrezione della D.L.

Dette linee saranno eseguite comunque adottando i provvedimenti contro la propagazione degli incendi previsti al punto 751.04.2.8 della norma CEI 64-8 ovvero utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" (CEI 20-22) identificati con la sigla N07V-K infilati in tubazioni incassate sottotraccia e FG7OR posati in apposite canalette. Negli eventuali attraversamenti di pareti e/o solai che delimitassero compartimenti antincendio saranno adottati opportuni provvedimenti di ripristino della REI, quali sbarramenti, barriere, ecc., secondo quanto sarà ritenuto opportuno e necessario a discrezione della D.L.

Le linee di alimentazione dell'illuminazione esterna saranno posate, per i tratti in esterno fino alla base del palo, in cavidotti interrati, provvedendo alla realizzazione di manufatti resistenti al traffico dei veicoli pesanti ivi previsti, in modo tale da resistere allo schiacciamento.

04-03 - Apparecchi di comando locale e prese

Gli apparecchi di comando e le prese saranno del tipo da parete serie civili componibili complete di scatola, telaio, placca ed ogni accessorio necessario ed alveoli protetti. Tutti gli apparecchi di comando di nuova installazione saranno installati ad una altezza dal pavimento compresa tra 80 e 115 cm a discrezione della DL, misurata al bordo inferiore

dell'apparecchio. Le prese saranno installate ad altezza dal pavimento compresa tra 40 e 50 cm discrezione della DL, misurata al bordo inferiore dell'apparecchio.

In particolare è prevista l'installazione di gruppi prese formati da una presa interbloccata CEE 2x16A+T+N e da una presa interbloccata CEE 3x16A+T+N, IP55, ad uso di servizio.

04-04 - Impianto di illuminazione ordinaria e di sicurezza

Si prevede l'illuminazione dei locali mediante plafoniere a LED poste a soffitto della potenza 2x30 W ciascuna, interrotte da un unico punto posto a fianco della porta di accesso.

E' previsto l'impianto di illuminazione di sicurezza al fine di garantire una adeguata illuminazione in emergenza mediante l'installazione di plafoniere autonome ad intervento automatico equipaggiate con accumulatori ed oscillatori incorporati, provviste di lampade da 24W ad intervento istantaneo al mancare della tensione di rete, con autonomia di due ore e tempo di ricarica 12 ore, installate nei pressi dei punti luce comunque secondo quanto indicato in planimetria.

04-05 – Alimentazione ausiliaria

La massima potenza assorbibile al punto di connessione per garantire una caduta di tensione nei limiti di fornitura è stata comunicata in 18 kW. Tale caratteristica di linea consente, nel caso di illuminazione esterna completamente in funzione, l'apertura di una sola paratoia alla volta.

L'apertura contemporanea di tutte le paratoie, nel caso di massimo carico per illuminazione e servizi ausiliari, comporta infatti un assorbimento stimabile in 36,3 kW, superiore al limite ammissibile.

Al fine di garantire, ove ve ne sia la necessità, l'operatività di tutti i sistemi è installato da un sistema di due gruppi elettrogeni diesel di capacità 60 kVA ciascuno, con fattore di potenza pari a 0,8.

Ciascun gruppo sarà dotato di ammortizzatori di vibrazioni opportunamente dimensionati, interposti tra gruppo e basamento; serbatoio di combustibile incorporato nel basamento di capacità 140 l, in grado di garantire al gruppo elettrogeno un'autonomia di circa 12 ore, con un carico applicato pari al 75% del carico nominale; marmitta silenziatrice di tipo residenziale dimensionata per ottenere un abbattimento della rumorosità pari a 35 dB(A), misurato alla bocca di uscita dei gas di scarico; carenatura insonorizzata per esterno, realizzata in lamiera di acciaio elettrosaldato e sottoposta ad idoneo ciclo di verniciatura, dimensionata per una rumorosità residua media di 70 dB(A), misurata alla distanza di 7 m in campo libero, in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente.

L'avviamento dei gruppi avverrà in cascata e sarà gestito da apposito quadro di interscambio ed avviamento automatico, sulla base del valore di tensione misurato lato rete ed a valle del primo gruppo; seguendo la logica di funzionamento per la quale il primo gruppo entra in funzione quando la tensione di rete si abbassa sotto una soglia prestabilita ed il secondo gruppo entra in funzione se al verificarsi di tale condizione il primo gruppo non risulti in azione o la tensione resti sotto soglia. Il quadro sarà completato per ciascun gruppo elettrogeno da:

Selettore a chiave "0 - manuale - automatico - prova";

Pulsanti di avviamento ed arresto manuali;

Pulsante reset allarmi e selettore prova lampade;

Dispositivi di comando del carica batteria di mantenimento e del preriscaldamento motore e relative segnalazioni ottiche (gruppo elettrogeno di emergenza);

Voltmetro con commutatore di fase, frequenzimetro, n°1 amperometro, contatore, indicatore di livello combustibile;

Segnalazione ottica ed acustica e blocco motore per: massima temperatura motore, minima pressione olio motore, minimo livello combustibile, mancato avviamento gruppo elettrogeno di emergenza;

Segnalazione ottica per avaria dinamo;

Dispositivo di arresto di emergenza conforme alla normativa vigente;

Quanto altro necessario per il corretto funzionamento del gruppo.

04-06 - Impianto di terra.

A servizio dell'intera installazione è previsto un impianto di protezione di terra contro le tensioni di contatto, coordinato con i dispositivi di sgancio in modo tale da assicurare l'interruzione dell'alimentazione elettrica in caso di guasto

entro 1 sec. L'impianto è costituito da due dispersori infissi nel terreno (secondo le posizioni indicate in planimetria), in intimo contatto con questo, tra loro collegati con conduttore in rame della sez. di 35 mm² del tipo N07V-K isolato in pvc di colore giallo-verde, a loro volta collegati con la barra di terra del quadro generale.

A servizio dell'intera installazione è previsto un impianto di protezione di terra contro le tensioni di contatto, coordinato con i dispositivi di sgancio in modo tale da assicurare l'interruzione dell'alimentazione elettrica in caso di guasto. All'interno del quadro generale o in altro luogo da concordare con la D.L., sarà previsto un idoneo dispositivo di sezionamento dell'impianto di terra, da utilizzare per le misure di verifica, apribile solo con l'impiego di attrezzi.

L'impianto di terra vero e proprio (dispersori e collegamento al collettore) sarà costituito da due dispersori a picchetto in profilato a croce di acciaio zincato infissi nel terreno entro appositi pozzetti (vedi apposita tavola) e tra loro collegati con corda di rame nuda della sez. di 35 mm² posata in intimo contatto con il terreno ad una profondità di almeno 50 cm dal piano di calpestio finito. L'impianto di terra dovrà fornire un valore di resistenza di terra complessiva compatibile e coordinato con i dispositivi di protezione previsti. Nel caso che detto valore non venga raggiunto si metteranno in atto opportuni provvedimenti (ad es. aumentare i dispersori di un congruo numero) concordandoli con la Direzione dei lavori. Comunque dovrà risultare verificata la condizione $R_a \cdot I < 50$, ove R_a è la somma delle resistenze del dispersore di terra e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm, I è la corrente che provoca il funzionamento automatico istantaneo del dispositivo di protezione, per i circuiti terminali e/o entro 1s per i circuiti di distribuzione.

L'impianto di terra sarà collegato al quadro generale tramite corda di rame isolata in colore giallo-verde della sezione di almeno 35 mm², e comunque di sezione pari a quella del conduttore neutro più elevata.

Dal quadro, ovvero dall'eventuale punto di sezionamento, verrà distribuito ad ogni singolo utilizzatore il conduttore di protezione, contraddistinto dal colore giallo-verde dell'isolamento, con sezione uguale a quella dei conduttori di fase o ridotte alla metà per sezioni di fase superiori a 16 mm² e comunque mai inferiore a 16 mm² in questo secondo caso.

Infine al complesso delle derivazioni del conduttore di protezione saranno collegate le masse metalliche dei vari apparecchi, nonché tutte le masse estranee ed i collegamenti equipotenziali. A titolo indicativo, ma non esclusivo, si indica qui di seguito cosa si intende per massa e/o massa estranea:

- a) tubazione di adduzione e scarico acque nei locali di servizio, bagni, WC, o comunque umidi con presenza di acqua (in questo caso è sufficiente collegare equipotenzialmente le tubazioni, se metalliche, nel punto d'ingresso delle stesse negli ambienti umidi o bagnati);
- b) radiatori e tubazioni dell'impianto di riscaldamento (ad esempio in corrispondenza dei singoli collettori);
- c) carcasse delle canalizzazioni e tubazioni destinate a contenere condutture elettriche;
- d) carcasse e cofani metallici di quadri elettrici;
- e) aste metalliche di sostegno di antenne televisive (nel caso di struttura autoprotetta contro il fulmine);
- f) quant'altro non elencato ma esistente e ritenuto idoneo per tali collegamenti ad insindacabile giudizio della D.L.

I collegamenti equipotenziali dovranno essere effettuati, con corde unipolari N07V-K con rivestimento giallo-verde della sez. minima di 6 mm².

05 - SISTEMA DI ALIMENTAZIONE

Gli impianti in oggetto sono alimentati dall'ente erogatore direttamente in bassa tensione trifase più neutro 400/230 V o monofase 230 V, con punto di consegna dell'energia in apposita cassetta.

Con riferimento alle Norme CEI il sistema è da classificarsi come segue:

di 1a categoria per quanto riguarda la tensione nominale 400/230V : distribuzione di bassa tensione;

TT per quanto riguarda il collegamento a terra: masse di installazione collegate ad un impianto di terra indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico.

06 - DENSITA' DI CORRENTE - CADUTA DI TENSIONE - CONDUTTORI

Le sezioni dei cavi sono state dimensionate in funzione dei carichi attualmente previsti e prevedibili, in modo da contenere la portata dei cavi stessi e la caduta di tensione ampiamente entro i limiti previsti dalle Norme CEI.

Sarà tuttavia cura dell'installatore, in sede di esecuzione ed in caso di eventuali nuove esigenze, adeguare tali sezioni, che non dovranno essere inferiori a:

- 2,5 mm² per i circuiti prese;
 - 1,5 mm² per i centri luce e per le derivazioni alle plafoniere di emergenza;
 - 1 mm² per i circuiti di comando e segnalazione;
 - 4 mm² per circuiti di eventuali prese interbloccate;
 - 6 mm²; per i conduttori di terra realizzanti l'equipotenzialità delle masse metalliche.
- ;Sezioni uguali o superiori a 10 mm² nei casi previsti.

Dovranno inoltre essere rispettati i colori previsti dalle Norme, in particolare il colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di terra e il colore blu chiaro per il conduttore di neutro. Non è ammesso utilizzare il cavo giallo verde per uso diverso dal conduttore di protezione anche se fascettato di altro colore così come non è ammesso utilizzare come conduttore di protezione un conduttore di colore diverso dal giallo verde anche se fascettato di giallo verde.

La sezione indicata in uscita dai quadri in base alle tavole di progetto deve essere mantenuta costante per tutto il suo sviluppo.

07 -PROTEZIONI ADOTTATE

07.01 - Protezione dalle sovracorrenti (sovraccarico e corto circuito)

La protezione delle condutture contro le sovracorrenti è prevista mediante dispositivi ad apertura automatica quali interruttori magnetotermici con curva di intervento di tipo "C" e/o fusibili, coordinati con le caratteristiche dei conduttori e le loro portate nominali, tenuto conto delle condizioni di posa, secondo i parametri evidenziati negli schemi allegati.

Il potere di interruzione delle apparecchiature è previsto in 6 kA per gli interruttori di tutte le utenze.

Tutte le apparecchiature previste sono atte a limitare l'energia passante a valori sopportabili dai conduttori.

07.02 - Protezione contro i contatti indiretti

Tale protezione è realizzata con il collegamento diretto all'impianto di terra delle masse e masse estranee presenti e con l'adozione di interruttori differenziali con correnti di intervento di 30 mA a protezione dei circuiti terminali.

07.03 - Protezione contro i contatti diretti

E' prevista mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri e barriere con grado di protezione mai inferiore a IP 20 e ove previsto IP40 o IP44 e in esterno IP 66, e con protezione addizionale mediante interruttore differenziale.

Le condutture e le apparecchiature saranno contenute in canalizzazioni o contenitori completamente protetti, tutte le derivazioni saranno effettuate in apposite cassette mediante morsetti; tutti i cavi avranno isolamento minimo per tensioni di esercizio non inferiore 450/750V; le prese a spina accessibili saranno dotate di alveoli schermati e protette comunque da interruttore differenziale, singolarmente o a gruppi.

08 - CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI PRINCIPALI

08.01 - Quadri

I quadri saranno di tipo ANS in materiale isolante con buona resistenza agli urti, tutti con portella trasparente e chiusura a chiave, da incasso e/o da parete secondo le indicazioni degli elaborati grafici o a discrezione della D.L., dimensionati in ottemperanza alla norma CEI 17-13/1 e/o 23-51; saranno richieste, le prove di accettazione e di tipo come prescritto dalle Norme CEI dette; quindi è previsto il rilascio, da parte del costruttore, del certificato da cui si evincano i risultati delle prove previste, nonché l'applicazione della targa con i dati caratteristici come richiesto dalla Norma citata.

In particolare saranno costruiti con materiali atti a resistere alle sollecitazioni meccaniche, elettriche, termiche e agli effetti dell'umidità, condizioni cioè che si potrebbero verificare in servizio normale; dovranno inoltre essere protetti contro la corrosione, con materiali ed modalità adatti allo scopo.

Il grado di protezione sarà almeno IP40 secondo le indicazioni di progetto.

Le apparecchiature ed i circuiti da installare nei quadri saranno disposti in modo da assicurare il loro funzionamento e facilitare la manutenzione salvaguardando il grado di protezione richiesto.

Al fine di assicurare una protezione delle parti attive, queste ultime saranno completamente ricoperte con un isolante da rimuovere solo mediante sua distruzione; è pertanto obbligatorio l'uso di capicorda isolati. Eventuali ricoperture di parti attive con vernici, smalti o nastri non saranno ritenute idonee per assicurare la suddetta protezione.

Per garantire una protezione contro i contatti indiretti, tutte le parti metalliche dei quadri, fisse od asportabili, saranno collegate elettricamente al conduttore di protezione.

La sezione del conduttore di protezione che si attesterà al quadro dovrà essere uguale a quella dei conduttori attivi quando questa non superi i 16 mm² e la metà quando questi hanno una sezione superiore a 16 mm² con il minimo comunque di 16 mm², in questo secondo caso.

I quadri saranno cablati con conduttori di tipo N07V-K, con rivestimenti colorati secondo le prescrizioni delle tabelle CEI-UNEL; per le sezioni dei collegamenti ci si atterrà alle portate nominali dei vari apparecchi ed alle indicazioni di cui agli elaborati di progetto.

08.02 - Condutture

Le condutture in interno sono previste in tubi di materiale plastico corrugato flessibile serie pesante autoestinguenti incassati sottotraccia e/o di materiale plastico pesante rigido o flessibile autoestinguente posati a vista. In esterno in cavidotti interrati.

I conduttori ivi contenuti (unipolari) sono previsti in rame, tipo N07V-K non propaganti l'incendio secondo norme CEI 20-22 II, mentre per l'esterno sono del tipo FG7OR.

Le sezioni delle tubazioni saranno tali da lasciare uno spazio libero di almeno il 40% della sezione interna della tubazione stessa. I conduttori sono dimensionati tenendo conto della loro portata commisurata, oltre che alla sezione del rame, anche al numero di circuiti accostati nonché alla portata del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.

08.03 - Sistema di illuminazione di emergenza

E' previsto un sistema di illuminazione di emergenza dei locali tecnici che sarà realizzato con plafoniere autoalimentate ad intervento automatico equipaggiate con accumulatori ed oscillatori incorporati, di tipo stagno con grado di protezione almeno IP44, che entreranno in funzione automaticamente e contemporaneamente al mancare della tensione di rete e anche all'apertura dell'interruttore di protezione del circuito luce del locale interessato. A discrezione della D.L. il sistema può essere esteso ad altri locali. Le plafoniere dette saranno del tipo a vista da parete o soffitto dipendentemente dalle scelte della D.L. anche in relazione al tipo di locale di installazione e degli eventuali altri vincoli.

09 - PERTINENZA

Tutte le apparecchiature ed i materiali degli impianti elettrici dovranno essere di qualità tale da essere installati in maniera da rispondere pienamente alle caratteristiche richieste dalla miglior pratica industriale nonché in accordo alle pertinenti leggi e regolamenti in vigore. La D.D.L. ha la facoltà di giudicare in modo inappellabile circa la provenienza ed accettazione dei materiali e forniture; inoltre potrà sottoporre a prove e verifiche i materiali impiegati e tutte le spese relative saranno a carico della Ditta appaltatrice.

Apparecchiature e materiali difettosi o danneggiati durante l'installazione o le prove di collaudo dovranno essere sostituite o riparate in maniera che incontri l'approvazione della Direzione Lavori.

09.01 - Certificazioni di prove ufficiali

Dove richiesto dalle norme vigenti, i materiali forniti dovranno essere corredati delle necessarie certificazioni relative al IMQ o equivalenti.

Tutte le apparecchiature per cui è specificamente richiesto dai documenti di gara dovranno avere marchio CE.

09.02 - Manuale di uso e manutenzione

È prescritta la fornitura di manuali di uso e manutenzione per ciascun componente delle apparecchiature. Tali manuali dovranno essere in triplice copia e contenuti in raccoglitori rilegati. Una delle copie dovrà essere consegnata prima che si effettuino le prove di collaudo, le altre prima della conclusione del contratto.

Il manuale dovrà essere provvisto di un indice dei contenuti e dovrà essere impaginato secondo tale indice con le indicazioni di riferimento poste prima delle istruzioni pertinenti. Queste ultime dovranno essere leggibili e di facile consultazione. Il manuale dovrà comprendere:

schemi elettrici dei quadri di distribuzione “come eseguiti” con l’indicazione dei circuiti e la loro corrispondenza gli utilizzatori (prese, punti luce, etc) distribuiti nei diversi locali.

la descrizione della funzione di ogni componente principale;

la procedura per l’avviamento e quella per il funzionamento;

le istruzioni per l’arresto;

le istruzioni per l’installazione;

le istruzioni per la manutenzione.

La parte della lista riguardante le apparecchiature dovrà indicare le fonti di acquisto, i pezzi di ricambio raccomandati e l’organizzazione di assistenza che sia più razionalmente conveniente in riferimento all’ubicazione dell’installazione.

Il manuale dovrà essere completo per tutto quanto riguarda le apparecchiature, i controlli, gli accessori e tutte le aggiunte necessarie per una corretta installazione.

09.03 - Istruzioni

L’Appaltatore dovrà fornire complete informazioni per la messa a punto, l’esercizio e la manutenzione che includano altresì le prescrizioni di sicurezza per ogni componente degli impianti.

09.04 - Spedizione e immagazzinaggio

Apparecchiature e materiali dovranno essere correttamente immagazzinati, adeguatamente protetti, e maneggiati con cura tale da evitare danneggiamenti prima e durante l’installazione. Il trasporto, il magazzinaggio, la protezione di apparecchiature e materiali dovranno avvenire come espressamente raccomandato dal fabbricante. I pezzi che risultino danneggiati o difettosi dovranno essere sostituiti.

09.05- Prodotti di catalogo

I materiali e le apparecchiature, salvo diversamente individuabile dalle specifiche tecniche allegate, dovranno essere preferibilmente normali prodotti di catalogo della produzione standard del fabbricante prescelto per la fornitura e dovranno essere del tipo più recente compatibile con le specifiche richieste. Se vengono richiesti due o più prodotti dello stesso tipo di apparecchiature, essi dovranno essere dello stesso fabbricante. Ciascun componente principale dell’apparecchiatura dovrà portare ben visibile e ben ancorata una targhetta con riportato il nome del fabbricante, l’indirizzo, codice di modello e numero di serie; la sola targhetta con il nome dell’agente rappresentante non sarà accettata.

10 - PROVE E COLLAUDI

Le verifiche qualitative e quantitative delle parti costituenti gli impianti, nonché le prove di cui appresso, dovranno essere effettuate, alla presenza della Direzione Lavori, durante l’esecuzione degli impianti stessi ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Gli esiti di ciascuna prova preliminare dovranno essere oggetto di specifico verbale sottoscritto dall'Impresa installatrice e dal Direttore dei lavori.

Le verifiche preliminari dovranno accertare che la fornitura dei materiali e delle apparecchiature costituenti gli impianti corrisponda alle prescrizioni contrattuali.

Le prove preliminari dovranno eseguirsi appena ultimato ciascun impianto, dopo che l'Impresa avrà fornito alla D.D.L. i disegni completi delle installazioni eseguite.

Dovranno essere eseguite le seguenti verifiche, prove tecniche e misure strumentali, al fine di accertare se le opere sono state eseguite a regola d'arte, secondo le Norme di legge vigenti in materia (Legge 1° Marzo 1968 n° 186, DM 37/08 Norme CEI pertinenti e D.Leg. 81/08, quest'ultimo limitatamente alla parte riguardante gli impianti elettrici, e successive Leggi e Regolamenti in materia di prevenzione infortuni e sicurezza) e le eventuali altre richieste espressamente dalla DDL.

- A) verifica dei sistemi di protezione contro i contatti diretti (Norme CEI 64-8 artt. 131.2 e sezione 412);
- B) verifica dei sistemi di protezione contro la propagazione degli incendi (Norme CEI 64-8 art. 131.4, sezione 422);
- C) verifica dei sistemi di protezione contro gli effetti termici (Norme CEI 64-8 art. 134.1.6, sezione e 423);
- D) verifica dei dispositivi di protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64-8 artt. 131.3 e sezione 413);
- E) verifica dei dispositivi di protezione delle condutture contro le sovracorrenti (Norme CEI 64-8 art.131.5 e cap.43);
- F) verifica della presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e comando (Norme CEI 64-8 capitolo 46);
- G) identificazione dei conduttori di neutro e di protezione (Norme CEI 64-8 art. 514.3.1);
- H) identificazione dei circuiti, degli apparecchi e dei morsetti (Norme CEI 64-8 sezione 514);
- I) verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori (Norme CEI 64-8 sezione 526);
- J) verifica delle condizioni di accessibilità per interventi operativi e di manutenzione (Norme CEI 64-8 art. 513.1);
- K) verifica delle modalità di installazione e del tipo degli apparecchi impiegati, in relazione con le caratteristiche strutturali, ambientali e di destinazione d'uso dei locali;
- L) verifica della rispondenza degli impianti realizzati alle norme antinfortunistiche contenute nel D.L.vo 81/0894 per la parte riguardante gli impianti elettrici.
- M) prove di funzionamento degli impianti;
- N) misure di isolamento dei circuiti;
- O) prove di funzionamento dei sistemi di protezione contro i contatti indiretti, comprendenti prove di funzionamento dei dispositivi differenziali, misure di resistenza di terra globale e prove di continuità elettrica dei circuiti di protezione e dei collegamenti equipotenziali;
- P) verifica strumentale delle protezioni delle condutture contro le sovracorrenti, con misura delle correnti di corto circuito in vari punti dell'impianto;
- Q) verifica di funzionamento della rete di illuminazione di sicurezza e della sua durata nel tempo in mancanza di rete.

11 - GARANZIA DELLE OPERE

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti e le opere, sia per la qualità dei materiali e delle apparecchiature, sia per il montaggio, sia, infine, per il regolare funzionamento, per un periodo di tempo di un anno dalla data di approvazione del certificato di collaudo e/o della Dichiarazione di conformità di cui al DM 37/08.

Pertanto, fino al termine di tale periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio degli impianti, ma per evidente imperizia o negligenza del personale dell'Ente stesso che ne fa uso, oppure a cattiva qualità dei combustibili impiegati od a normale usura.

Nel caso in cui l'Appaltatore, durante il periodo di garanzia, venisse richiamato per procedere all'eliminazione di difetti o manchevolezze di qualsiasi natura e genere, successivamente agli interventi, dovranno essere nuovamente effettuate, a

sue spese, le prove preliminari ed il collaudo degli impianti interessati; l'Appaltatore sarà obbligato a ripristinare quanto dovuto rimuovere e/o manomettere per eseguire le sostituzioni, incluse le opere murarie, fatto salvo il diritto della Stazione Appaltante alla richiesta di risarcimento per gli eventuali danni subiti.