

STUDIO DI ARCHITETTURA TOGNETTI
TOGNETTI **A**RCHITETT**O** STEFANO

COMUNE DI SANDRIGO
PROVINCIA DI VICENZA

11 FEBBRAIO 2013

Committente

CUMAN CATTERINA MADDALENA

Progetto

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE
DI INIZIATIVA PRIVATA
"VIA GIRARDINA"**

Descrizione

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Allegato

G

Progettista

Committente

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DI INIZIATIVA PRIVATA
"VIA GIRARDINA"**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO****NORME CONTRATTUALI E CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO****C A P I T O L O I**SCHEMA DI CONTRATTOOGGETTO ED AMMONTARE DELL'APPALTO
DESIGNAZIONE, FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE
NORME E CLAUSOLE CONTRATTUALI**Art. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO**

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere, le somministrazioni, le provviste principali e complementari (come ad esempio opere provvisorie di cui all'art 16 del D.M. 145 del 29 aprile 2000), le prestazioni ed il collocamento in esercizio dei materiali occorrenti per l'urbanizzazione dell'area del Piano di Lottizzazione P.d.L. "Via Girardina" in Comune di Sandrigo e cioè l'esecuzione delle opere previste dalla L. 847 del 29 settembre '61, integrata dalla L. 865 del 22 ottobre '71; in particolare, si prevede l'esecuzione dei sottoservizi primari (fognatura biologica con allaccio finale alla rete pubblica, captazione e dispersione delle acque meteoriche, reti di distribuzione dell'acquedotto, del gas metano, dell'energia elettrica in M.T. ed in B.T., del telefono e dell'illuminazione pubblica, con i relativi allacciamenti dei lotti ai singoli servizi) e delle varie sovrastrutture urbane (illuminazione stradale e pedonale, pavimentazione dei parcheggi e delle strade, realizzazione degli spazi pedonali, della zona a verde attrezzata, delle isole ecologiche, etc.). Fanno parte dell'appalto anche eventuali varianti, modifiche e aggiunte che potranno essere richiesti dall'Appaltatore nonché il coordinamento delle procedure esecutive e la fornitura degli apprestamenti e delle attrezzature atti a garantire, durante le fasi lavorative, la conformità a tutte le norme di prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori impiegati.

Il contenuto degli elaborati di progetto è ritenuto esplicativo al fine di consentire alla Ditta concorrente di valutare l'oggetto dei lavori ed in nessun caso limitativo per quanto riguarda lo scopo del lavoro; deve pertanto intendersi compreso nell'Appalto anche quanto non espressamente indicato ma comunque necessario per la realizzazione funzionale e completa delle diverse opere. Tali elaborati hanno però un carattere dimensionalmente indicativo per quanto concerne gli elementi di dettaglio, che la Ditta concorrente è tenuta a rilevare in loco le opere progettuali e riverificare le rispettive quantità da eseguire prima dell'offerta a corpo da proporre all'Amministrazione.

Gli articoli del presente Capitolo I° contengono le clausole dirette a regolare il rapporto tra stazione appaltante e impresa appaltatrice, clausole che si intenderanno integralmente trascritte senza alcuna eccezione o riserva nel contratto d'appalto dei lavori.

Art. 2 - AMMONTARE DELL'APPALTO E DEGLI ONERI PER LA SICUREZZA DEL CANTIERE - GRUPPI DI LAVORI OMOGENEI

L'appalto è affidato a corpo. L'importo presunto complessivo dei lavori, delle forniture e degli oneri previsti nel presente appalto, nelle quantità indicative risultanti dal computo metrico e preventivo di spesa allegati, necessari a dare i lavori ultimati e collaudabili secondo le norme, comprensivo degli oneri di sicurezza e salva la deduzione del ribasso d'asta o dell'offerta prezzi unitari, ammonta a complessivi €. 156.627,01 (diconsi euro centocinquantesettecentoventisette/01).

Tale importo dei lavori, con il ribasso offerto solamente sull'importo a base d'asta pari a €. 151.379,87 dovrà essere attentamente riverificato dalle Ditte concorrenti, con analisi e rideterminazione delle quantità eventualmente da integrare o da ridurre rispetto a quanto previsto negli elaborati progettuali, controllandole e materialmente rilevandole anche e soprattutto nel luogo dei lavori, e rideterminato con i propri prezzi per la preparazione dell'offerta a corpo da proporre all'Amministrazione. Le categorie di lavorazioni progettuali ritenute omogenee (ex art. 45 del D.P.R. 554/99), il relativo importo parziale, al netto degli oneri e prestazioni necessari a garantire la piena e completa sicurezza del cantiere di lavoro (D.Lgs 81 del 9 aprile '08 e D.Lgs 106 del 3 agosto '09) e salva la deduzione del ribasso d'asta, nonché la loro aliquota percentuale in riferimento all'importo complessivo dell'opera, viene come appresso distribuita:

CATEGORIE o GRUPPI DI LAVORI**IMPORTO DELLA CATEGORIA****QUOTA DI INCIDENZA**

1 - "A" Strade Veicolari	€.	40.013,52	26.03 %
2 - "B" Spazi di sosta e di parcheggio	€.	21.375,91	13.91 %
3 - "C" Fognatura per acque nere	€.	2.515,05	1.64 %
4 - "C2" Fognatura per acque meteoriche	€.	8.771,70	5.71 %
5 - "D" Rete Idrica	€.	3.834,40	2,49 %
6 - "E" Rete gas metano	€.	4.379,32	2,85 %
7 - "F" Rete di distribuzione dell'energia elettrica	€.	16.700,00	10.86 %
8 - "F2" Rete di pubblica illuminazione	€.	7.508,65	4.88 %
9 - "G" Rete telefonica fissa	€.	2.980,10	1.94 %
10 - "I" Spazi di verde	€.	14.969,48	9.74 %
11- Marciapiede e parcheggio pubblico esterno alla "Lottizzazione"	€.	30.673,47	19.95 %
SOMMANO LAVORI	€.	153.721,60	100,00 %
Costo della sicurezza sui lavori (2,985%)	€.	4.588,59	
TOTALE DEI LAVORI A BASE D'ASTA	€.	149.133,01	

La cifra di **€. 153.721,60**, specificata nel precedente quadro indica l'importo presunto complessivo dei lavori oggetto dell'appalto da eseguirsi a corpo; essa è da intendersi fissa e invariabile, al netto del ribasso offerto in sede di gara (da calcolarsi solamente sull'importo a base d'asta), per l'esecuzione dell'opera prevista, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna altra verifica sulla misura dei lavori eseguiti o sul valore attribuito alla quantità di essi o delle eventuali provviste. I prezzi indicati nell'Elenco Prezzi Unitari proposto dall'Impresa in sede di gara potranno essere utilizzati esclusivamente per la valutazione di eventuali varianti, da eseguirsi a insindacabile giudizio e ordine scritto del Responsabile del Procedimento, senza che l'Appaltatore possa trarne argomento per chiedere compensi non contemplati nel presente Capitolato Speciale o prezzi diversi da quelli indicati nell'elenco.

Il compenso a corpo si intende fisso ed invariabile, quali che siano l'ammontare effettivo e la durata dell'appalto e comunque dove si svolgano i lavori.

Si riporta di seguito, ai sensi dell'art. 30 del D.P.R. n. 34 del 25 gennaio 2000 ed art. 35 del D.P.R. 554/99, la classificazione dell'importo della categoria prevalente dei lavori e di quelli appartenenti alle categorie generali o specializzate di cui si compone l'opera, di valore singolarmente superiore al dieci per cento dell'importo complessivo dell'opera, nonché la quota dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera:

DESCRIZIONE CATEGORIA	IMPORTO DEI LAVORI	INCIDENZA SUI LAVORI	INCIDENZA MANODOPERA
Cat. Prev. OG 3 - Strade, ponti, etc.	€. 107.032,38	69,63%	22%
OG 6 - Acquedotti, gasdotti e opere di evacuazione	€. 46.689,22	30,37%	30%
	€. 153.721,60	100,00%	

Art. 3 - DESIGNAZIONE DELLE OPERE

I lavori compresi nell'appalto e indicati nei disegni uniti al contratto, salvo quelle speciali prescrizioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori o dal Responsabile del Procedimento e le eventuali variazioni consentite dal Capitolato Generale e dal D.Lgs 163/06, possono riassumersi come di seguito:

a) Urbanizzazione dell'area

- scavo di pulizia generale e scotico dell'area con mezzi meccanici, intervento eseguito fino alla profondità di cm. 20, compreso il taglio delle piante e degli arbusti incontrati, l'estirpazione delle radici e ceppaie, manufatti, etc., il carico su automezzo, trasporto e scarico del materiale di risulta a rifiuto su discarica autorizzata;
- scavo a sezione aperta eseguito con mezzi meccanici per la formazione del cassonetto stradale ed a sezione obbligata per il ricavo, secondo idonee livellette, delle canalizzazioni di posa dei vari sottoservizi nonché per le fondazioni delle murette di delimitazione delle aree pubbliche, carico su automezzi e trasporto a rifiuto su discarica autorizzata del materiale inerte non riutilizzabile;
- formazione della rete fognaria delle acque biologiche, secondo le indicazioni e prescrizioni della A.I.M. S.p.A. e con allaccio alla condotta principale di Via Girardina, costituita da:
 1. tubo strutturato in polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete, liscia internamente di colore bianco e corrugata esternamente di colore nero, diametro interno 250, prodotto in conformità al prEN 13476-1 tipo B, certificato dal marchio P IIP/a, controllato secondo gli standard ISO 9002, con classe di rigidità SN 8 kN/mq., con giunzione mediante manicotto in PEAD ad innesto a marchio P IIP/a e guarnizione a labbro in EPDM, posti in opera mediante l'avvolgimento di sabbia di fiume nelle zone profonde o rivestiti in calcestruzzo nelle zone a profondità critica carrabile;
 2. allacciamenti dei lotti alla rete delle acque nere costituita da tubazioni 200 mm. in P.V.C., conforme alle norme UNI EN 1401-1 tipo SN 8 - SDR 34, con pozzetto prefabbricato di arrivo delle dimensioni di 100x100x100 cm. con chiusino di ispezione con luce di circa 540 x 540 mm. per carreggiata stradale in ghisa lamellare UNI ISO 185, corrispondente alla Norma UNI EN 124, classe D 400 (carico di rottura kN 400), posto all'esterno dei lotti;
 3. pozzi stradali fognari di ispezione e di incrocio da 100 x 100 cm., prefabbricati, in calcestruzzo fornito con resistenza cubica caratteristica a 28 giorni maggiore o uguale 250 Kg/cm² e formato con cemento Portland "425" o "325", sabbia e ghiaia di fiume vagliata e lavata, con pareti e platea di spessore adeguato, la soletta sempre in conglomerato cementizio di spessore adeguato a sopportare carichi pesanti, il rivestimento protettivo delle superfici bagnate dai liquami, comunque per un'altezza non inferiore di 50 cm., ottenuto con liquido sintetico bicomponente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti di tipo aromatico, con applicazione eseguita a pannello e/o a spruzzo, in due mani fino a raggiungere lo spessore finito minimo di 600 micron, chiusino in ghisa sferoidale UNI 4544/74, corrispondente alla Norma UNI 124 D 400 (carico di rottura kN 400), con coperchio circolare, con o senza fori di aerazione, e telaio a base quadrata con passo d'uomo del diametro minimo di 600 mm., completo di guarnizione in polietilene di tenuta e antibasculamento, protetto con vernice bituminosa, il raccordo e la sigillatura delle tubazioni in arrivo, la formazione della platea di fondo pozzetto con semi-cilindri di raccordo delle tubazioni in arrivo con scolatoio di sezione uguale alla tubazione, la stuccatura in malta di cemento;
- captazione delle acque meteoriche stradali eseguita da pozzetti sifonati in calcestruzzo, prefabbricati, delle dimensioni interne di 50 x 50 x 60 cm. con sifone incorporato, con caditoia in ghisa sferoidale GS 500, corrispondente alla Norma UNI EN 124, classe D 400 (carico di rottura kN 400), allacciamento alla rete di smaltimento mediante tubazione del diametro $\geq$ 150 mm. in polietilene neutro alta densità a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente liscio, conformi alle normative CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46);
- rete acque meteoriche con tubazioni in conglomerato cementizio con giunto a biccchiere a norma DIN 4032, del diametro 30 cm.;
- pozzi prefabbricati di ispezione delle acque meteoriche della sezione di 100 x 100 cm., in conglomerato cementizio fornito con resistenza cubica caratteristica a 28 giorni maggiore o uguale R'ck t 250 e formato con cemento Portland "425" o "325", con pareti e platea di

- spessore adeguato a sopportare carichi pesanti, la soletta sempre in conglomerato cementizio di spessore adeguato a sopportare carichi pesanti, la formazione della platea di fondo, chiusino in ghisa sferoidale UNI 4544/74, corrispondente alla Norma UNI 124 D 400, con coperchio circolare con o senza fori di aereazione completo di cerniera per l'apertura e dispositivo di sicurezza in posizione aperta, superficie con disegno antisdrucciolo, e telaio a base circolare o quadrata delle dimensioni minime di 850 mm. per un'altezza non inferiore a 100 mm. con asole di ancoraggio al pozzetto, passo d'uomo del diametro minimo $\varnothing$ 600 mm., peso non inferiore a 70+90 kg., completo di guarnizione in polietilene di tenuta e antibasculamento;
- pozzo disoleatore delle acque meteoriche eseguito a due settori, prefabbricato a pianta circolare del diametro interno 207 cm. e dell'altezza complessiva di 225 cm. circa, adatto ad una potenzialità di trattamento non inferiore a 6,0 lt/sec., in conglomerato cementizio armato vibrato fornito, piastra di copertura in calcestruzzo di spessore adeguato a sopportare carichi pesanti, a norma dell'Allegato 5 del D.Lgs 152 del 03.04.2006 in materia di scarico di acque superficiali;
 - dispersione delle acque meteoriche effettuata pozzetti perdenti in cls del diametro interno 150 x 400 cm., componibili, manufatti rivestiti con ghiaia secca per drenaggi proveniente da detrito o tout-venant di cava e/o di frantoio, della pezzatura di 4+8 cm., e separata dal terreno circostante da un geotessile in poliestere a filamento continuo legato meccanicamente (permeabilità perpendicolare non inferiore a 920 lt/mq sec. e diametro dei pori circa mm. 0,09, massa per unità di superficie superiore a 200 gr/mq.),
 - rete acquedottistica principale, secondo le indicazioni dell'A.I.M. S.p.A. costituita da:
 1. colonna principale del diametro DN 100 e laterali DN 80, in ghisa sferoidale a giunto elastico "Rapido" UNI 9163, avente caratteristiche meccaniche rispondenti alla norma UNI EN 545, PAF 64 bar, rivestiti internamente con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione ed esternamente con strato di zinco e vernice bituminosa, classe di spessore K9, completi di giunti rapidi costituiti da anello in caucciù sintetico o in elastomero a miscela speciale secondo i requisiti richiesti dal D.M. n. 174 del 06 aprile 2004, posti in opera su sabbia di fiume fine vagliata per uno spessore minimo di cm. 10, con nastro segnalatore colorato in polietilene;
 2. organi di intercettazione costituiti da saracinesche con cuneo gommato a corpo ovale e vite interna, con corpo e coperchio in ghisa sferoidale GS 400, rivestimento cuneo e guarnizione corpo coperchio in atossico alimentare a conforme al D.M. n. 174 del 06 aprile 2004, albero in acciaio inossidabile, madrevite in bronzo, pressione massima di esercizio PAF 16, con pressioni nominali di prova e esercizio a norma UNI 1284, complete di flange dimensionate e forate a norma UNI EN 1092-1, poste in opera con il dispositivo di coronamento e chiusura per organi di intercettazione (campanella stradale) in ghisa grigia GG 25 oppure sferoidale GS 500, corrispondente alla Norma UNI EN 124, classe D 400 (carico di rottura kN 400), luce netta del foro $\varnothing$ 200 mm. ed altezza circa 230 mm., bitumata a caldo, completa di asta fissa di comando in acciaio zincato o bitumato protetta da un tubo riparatore con campana in P.V.C.;
 3. scarico di fondo, con saracinesca del diametro $\varnothing$ 80 mm., a corpo ovale o piatto verniciato esternamente e internamente con resina epossidica, in ghisa GG 25 - DIN 1691 e GGG 40 - DIN 1693;
 4. idranti sottosuolo del diametro nominale $\varnothing$ 80 mm. - UNI 70, attacco a baionetta o filettato UNI, con corpo, scatola inferiore a baionetta in ghisa GG 25, cappellotto di manovra unificato manovrabile con chiave, albero in ottone trafilato, madrevite, sede della valvola e della baionetta, piastrelle scarico automatico, bussola a dadi del premistoppa in ottone, attacco a baionetta completo di piedino per attacco laterale alla condotta, campanella telescopica in ghisa grigia GG 25, bitumata a caldo, regolabile in funzione del piano stradale con anelli distanziatori;
 - sottoservizi dell'illuminazione pubblica costituita da cavidotto del diametro 200 mm. in polietilene neutro alta densità a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente liscio, corredata di manicotto di giunzione, conformi alle normative CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46), plinti di sostegno, pozzetti di ispezione e di derivazione, impianto di messa a terra con dispersore in acciaio zincato della lunghezza di 1.50 ml., posto entro il pozzetto di base di ogni singolo punto luce, la posa di corda in rame nudo della sezione di 35 mm² (formazione n. 7 fili del diametro $\varnothing$ 2.52 mm.) quale collettore di terra e collegante tutti i singoli dispersori;
 - rete dell'energia elettrica in B.T. realizzato con cavidotto del diametro 200 mm. in polietilene neutro alta densità a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente liscio rivestiti con una sella di sabbia di fiume fine vagliata dello spessore minimo di cm. 10, da porre in opera secondo le indicazioni ed il progetto approvato dall'Enel, dotata negli incroci con le linee telefoniche di involucri lamierati (cassette o tubi) in acciaio zincato a caldo (tipo secondo le norme CEI 7-6) o inossidabile, completa di camerette e pozzetti carrai d'ispezione, di distribuzione e controllo con chiusini in ghisa;
 - rete telefonica con cavidotto del diametro 200 mm. in polietilene neutro alta densità a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente liscio corredata di manicotto di giunzione, conformi alle normative 671 REV. 2001, CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46), resistenza allo schiacciamento 450N, marcatura TELECOM, rivestiti con sella in calcestruzzo R'bk t 150 Kg/cm² dello spessore minimo di cm.10, da porre in opera secondo le indicazioni dell'Ente, completa di camerette e pozzetti d'ispezione carrai e pedonali, di distribuzione e controllo con chiusini doppi in ghisa sferoidale UNI 4544/74, corrispondente alla Norma UNI 124 D 400 completo di guarnizione in polietilene di tenuta e antibasculamento;
 - rete di distribuzione del gas con scavi, posa della tubazione e collaudi eseguiti direttamente dalla Società "LINEA Distribuzioni" di Lodi e ciò in base alla convenzione esistente tra l'Ente Gestore ed il Comune;
 - zoccolo di delimitazione delle aree pubbliche costituito da un batolo di fondazione di sezione rovescia a "T", avente le dimensioni dello zoccolo di base di 40 x 30 cm. e in altezza di 25-35 cm. per uno spessore di cm. 25, eseguito in conglomerato cementizio R'bk t 250 Kg/cm² gettato e costipato in opera tramite vibrazione meccanica, entro casseri e contro terra, armato in ragione di circa 40+45 Kg/m³ di acciaio Fe B 44 K per calcestruzzi avente proprietà meccaniche e tensioni conformi alle Norme Tecniche del D.M. n. 19 del 9 gennaio '96;
 - ricarica del cassonetto stradale con ghiaia mista in natura proveniente da detrito o tout-venant di cava e/o di frantoio, appartenenti esclusivamente ai gruppi A1, A2-3, A2-4, A3, della classificazione UNI CNR n. 10006, aventi indici di gruppo uguale a 0, dello spessore minimo compresso di 40 cm., con pezzatura massima degli inerti di 10 cm., debitamente umidificata e compattata fino a raggiungere la densità del 95% della prova Proctor modificata o un MD t 800 Kg/cm², secondo le norme CNR su prove a piastra, ed il successivo riporto finale di misto granulare stabilizzato per lo spessore medio di 70 mm., debitamente sagomato per il ricavo delle pendenze e compattato;
 - esecuzione dei marciapiedi con profili in calcestruzzo, con incastri laterali, gelività rispondente alla Norma UNI 7087 senza danni, posti su fondazioni in conglomerato cementizio tipo R'ck t 250 Kg/cm² delle dimensioni minime di cm. 25x30 ed il rinfiaccio in calcestruzzo; massetto costituito da un getto in conglomerato cementizio R'ck t 350 Kg/cm² dello spessore minimo di cm. 10 armato con rete elettrosaldata in Fe B 44 K da $\varnothing$ 6 - 20 x 20 e avente proprietà meccaniche e tensioni conformi alle Norme Tecniche del D.M. n. 19 del 9 gennaio '96, pavimentazione in cubetti di porfido, dim 8x8 o 10x10, posti in opera su di un letto di malta di cemento o di sabbia dello spessore minimo di 6+7 cm.; on riempimento delle fughe con spolvero di sabbia;
 - stesa per uno spessore compresso di 7.00 cm. di conglomerato bituminoso "b+nder" tipo 0-20 mm., confezionato con bitume nella miscela che dovrà essere compresso fra 4,5 e 5,5% riferito al peso secco totale degli inerti di impasto ed ottenuto con l'impiego di pietrischetti e di graniglia proveniente da frantumazione di una miscela di pietrisco - pietrischetto - graniglia di origine siliceo - calcarea, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei, rispondenti ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92, preventivamente lavati, essiccati ed additivati con filler, steso con macchina vibrofinitrice, con rullatura tramite rullo vibrante del peso di 40+50 q.li;
 - parcheggi realizzati in cubetti di porfido, dim 8x8 o 10x10, posti in opera su di un letto di malta di cemento o di sabbia dello spessore minimo di 6+7 cm.; con riempimento delle fughe con spolvero di sabbia;

- illuminazione stradale e dei parcheggi, con conduttori in rame isolati con gomma etilpropilenica ad alto modulo tipo FG7R 0.6/1 KV, guaina esterna in P.V.C., autoestinguente di qualità R2 antifiama, grado di isolamento 4 KV secondo le norme CEI 20/12/65, con impianto avente:
 1. palo in acciaio tipo Fe 37 UNI 7091, tubolare, zincato a caldo come da norma UNI EN 40-5 e UNI EN ISO 1461 (spessore medio minimo 70 micron), verniciato nero bucciato, altezza fuori terra di ml. 6.00, diametro da $\varnothing$ 102 in testa a $\varnothing$ 159 mm. alla base, con asola per il passaggio dei cavi di alimentazione, compresa la messa a piombo;
 2. braccio pastorale con attacco testa-palo del diametro da $\varnothing$ 60, in acciaio tipo Fe 37 UNI 7091, tubolare, zincato a caldo come da norma UNI EN 40-5 e UNI EN ISO 1461 (spessore medio minimo 70 micron), verniciato nero bucciato;
 3. corpo illuminante (Grado di protezione IP 65) con tipologia di emissione tipo "cut-off", in alluminio purissimo titolo 99,85% anodizzato e brillantato, compatibile con la normativa UNI 10819 (inquinamento luminoso), con emissione di flusso luminoso nell'emisfero superiore minore del 3% del flusso totale emesso dalla sorgente secondo la L.R. n. 17 del 7 agosto '09, di cui si dovrà allegare il relativo certificato, aventi la parte superiore di forma a campana realizzata in lastra di alluminio tornito e la parte inferiore stampata e imbutita in lamiera di acciaio fissata alla parte superiore con sistema ermetico, controtelaio in pressofusione di alluminio lega UNI 5076, incernierato e ospitante la piastra stampata in materiale plastico di supporto al gruppo ottico, guarnizione perimetrale in EDMP, sezionatore di linea, viterie in acciaio inox, verniciatura di colore grafite, coppa di chiusura in vetro stampato trasparente leggermente bombato, dimensione di ingombro circa 626 x h530 mm., attacco a supporto predisposto per attacco su pali mediante elemento arcuato in alluminio estruso lega UNI 6060, completo di lampada a vapori di sodio ad alta pressione (SAP) da 100 Watt, condensatore, fusibili di protezione;
- quadro elettrico generale, su idoneo involucro stagno con grado di protezione IP 54 a doppio isolamento e adatto per l'installazione all'aperto, completo di crepuscolare con sensibilità luminosa regolabile da 1 a 60 lux, interruttore magnetotermico differenziale quadripolare a bassa sensibilità con portata nominale fino a 32 A., interruttore generale per il comando e la protezione dell'impianto, comando a motore per interruttori con blocco;
- elettromeccanico realizzato sulla maniglia, interruttore magnetotermico con funzione di protezione dei circuiti ausiliari da eventuali sovraccarichi e corto circuiti, interruttore orario con motore sincrono a riserva di energia con regolarizzazione dell'orario di spegnimento parziale dell'impianto, sistema di controllo e riduzione automatico del flusso luminoso, fino al cinquanta per cento del totale, resistenza anticondensa installata in posizione opportuna all'interno del quadro;
- stesa di conglomerato bituminoso fillerizzato chiuso dello spessore compreso medio finito di 3.00 cm. per la formazione di manto o tappetino di usura, confezione ad alto fusto nella miscela che dovrà essere compreso fra 4,5 e 6,0% riferito al peso secco totale degli inerti di impasto, con spruzzatura di emulsione bituminosa a formazione di mano di attacco in ragione di 0.7÷1.2 Kg/m²;
- esecuzione della segnaletica orizzontale e verticale, a norma del D.Lgs 285 del 30 aprile '92 e s.m.i., secondo le indicazioni del Comando di Vigilanza;

b) Sistemazione delle aree a verde primario attrezzato

- sbancamento e bonifica del terreno incolto magro, con riporto di terreno vegetale misto in natura derivante da scavi all'interno del piano;
- inserimento di una colonnina per l'irrigazione consortile dell'area, su pozzo da 100x100 cm., completa per irrigatori, in acciaio catramato, di teste in alluminio per l'innesto degli irrigatori;
- omogeneizzazione finale, per lo spessore di circa 30 cm., con stesa di fertile terriccio vegetale proveniente da scortico di aree a destinazione agraria, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatta a ricevere una coltura erbacea e arbustiva permanente;
- sistemazione superficiale della zona con l'allontanamento dei sassi e di altro materiale inidoneo e successiva spianatura;
- realizzazione di fosse per la messa a dimora, sulle zone previste dall'allegato progetto e previa preparazione del letto di posa con concime naturale, di alberature ad alto fusto della circonferenza di cm. 15 circa ad 1.00 ml. da terra, altezza di ml. 4.00÷4.50 a radice nuda, del tipo "ostrya carpinifolia" (carpino nero) e "acero campestre" (oppio), alberi fissati con pali tutori in castagno scortecciato o in pino silvestre impregnato in autoclave di opportuna misura, con legatura delle piante al tutore con legacci in vimini o altro materiale idoneo con interposizione di cuscinetti di paglia o gomma;
- percorsi pedonali interni delimitati con profili in calcestruzzo e pavimentazione con cubetti di porfido, dim 8x8 o 10x10, posti in opera su di un letto di malta di cemento o di sabbia dello spessore minimo di 6÷7 cm.; con riempimento delle fughe con spolvero di sabbia;
- concimazione e semina del tappeto erboso di graminacee costituite da un miscuglio di circa il 20% di *Lolium facci*, il 15% di *Lolium perenne*, il 20% di *Poa* in varietà, il 39% di *Festuca* in varietà e 15% di *Agrotis* in varietà, successiva sarchiatura, umidificazione e rullatura;
- attrezzatura dell'area ottenuta dall'inserimento di:
 1. cestini portarifiuti circolare in lamiera, a stelo, con dimensioni minime 200 x h400 mm., con rivestimento in profili di legno impregnato;
 2. panche costituite da due piedi in ferro tubolare e profilato a "U" di grosse dimensioni, zincati a caldo, pannelli schienali e sedile costituiti da sei listoni, aventi la sezione di circa 120 x 60 mm., di pino impregnato a pressione ed inscurito;
- opere varie di completamento, con le eventuali prestazioni in economia che risulteranno necessarie, non riportate ovviamente in dettaglio, ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori e/o del Responsabile del Procedimento, per il corretto completamento, il buon esito o la funzionalità delle opere in appalto.

Art. 4 - OSSERVANZA DI LEGGI E REGOLAMENTI E DEL CAPITOLATO GENERALE D'APPALTO

L'Appalto è regolato, oltre che dalle norme contenute nel presente Capitolato Speciale e, per quanto non sia in opposizione con tali norme, anche da:

- D.Lgs 163 del 12 aprile '06 e s.m.i. - Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE;
- Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici, emanato con il D.P.R. n. 554 del 21 dicembre '99,
- Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, emanato con D.M.LL.PP. n. 145 del 19 aprile 2000;

L'Appaltatore si intende inoltre obbligato, per quanto di competenza, all'osservanza di:

1. leggi, regolamenti e disposizioni vigenti, o che fossero emanati durante l'esecuzione dei lavori, relativi alle assicurazioni, alle previdenze, all'infortunistica, all'invalidità, alle malattie, etc., degli operai;
2. disposizioni relative all'assunzione dei reduci e degli invalidi di guerra ai sensi anche della Legge 3 giugno '50;
3. vigenti leggi e del regolamento sulla polizia mineraria;
4. tutte le leggi e norme vigenti sulla prevenzione infortuni ed in particolare nei D.P.R. n. 547 del 27 aprile '55 e n. 164 del 7 gennaio '56 nonché nel D.Lgs n. 81 del 9 aprile 2008 e s.m.i.;
5. tutte le norme di qualsiasi genere applicabili all'appalto in oggetto emanate ed emanande, ai sensi di legge, dalle competenti Autorità Statali, Regionali, Provinciali e Comunali, che hanno giurisdizione sui luoghi in cui devono eseguirsi le opere, restando contrattualmente convenuto che anche se tali norme o disposizioni dovessero arrecare oneri e limitazioni nello sviluppo dei lavori, egli non potrà accampare alcun diritto o ragione contro l'Amministrazione Appaltante;
6. disposizioni e dei decreti che stabiliscono norme di preferenza ai prodotti delle industrie nazionali, salvo quanto stabilito nell'ambito della C.E.E.;
7. R.D. in data 16 novembre 1939, per la parte in vigore;

8. D.M. 31 agosto '72 e D.M. 03 giugno '68 di cui a G.U. n. 189 del 17 giugno '68 relativa alle nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova di cementi e degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche;
9. Legge n. 1086 del 05 novembre '71 di cui a G.U. n. 321 del 21 dicembre '71, relativo alle norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e strutture metalliche;
10. Nuovo Codice della Strada di cui al D.Lgs 285 del 30 aprile '92 e successive modifiche;
11. D.M. 9 gennaio '96, n. 19 - "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
12. D.M. 16 gennaio '96 - "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
13. D.M. 16 gennaio '96 - "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
14. CNR 1024/86 - Analisi di strutture mediante e elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
15. UNI ENV 1992: Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo;
16. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo '03 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica";
17. Norme dell'Associazione Elettronica (A.E.I.), del Comitato Elettronico Italiano (C.E.I.) per quanto riguarda le linee ed apparecchiature elettriche ed impianti telefonici, nonché la L. 46 del 5 marzo '90;
18. Disposizioni della Legge 10 maggio '76, n. 319, nonché del D.Lgs 22 del 5 febbraio '97, e seguenti normative, leggi e decreti in materia di tutela delle acque dall'inquinamento e di smaltimento dei rifiuti, per quanto di competenza;
19. D.M. LL.PP. del 4 maggio '90 - "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali";
20. D.M. 11 marzo '88, n. 47 - "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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
21. Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 05 novembre 2001 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade";
22. Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 settembre '05 - "Norme tecniche per le costruzioni";
23. Ord. P.C.M. n. 3274 del 20 marzo '03, e s.m.i.;
24. Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 19 aprile '06 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali";
25. Norme U.N.I., anche se non espressamente richiamate e di tutte le altre norme modificative e/o sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso dell'esecuzione del presente appalto.

L'osservanza di tutte le norme sopra indicate, in maniera sia esplicita che generica, si intende estesa a tutte le leggi, decreti, disposizioni, etc., che potranno essere emanate durante l'esecuzione dei lavori e riguardino l'accettazione e l'impiego di materiali da costruzione e quant'altro attinente ai lavori.

L'Appaltatore, inoltre, si obbliga ad attuare nei confronti dei lavoratori dipendenti occupati nei lavori costituenti oggetto del presente appalto le condizioni normative e retributive previste nei contratti collettivi di lavoro in atto e/o di nuova stipulazione applicabili alla categoria e nella località in cui si svolgono i lavori, ivi compresa l'iscrizione delle imprese e dei lavoratori stessi alle Casse Edili presenti sul territorio regionale ed agli organismi paritetici previsti dai contratti di appartenenza. I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche nel caso che non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse. L'Appaltatore è responsabile, in rapporto all'Appaltante o concedente, dell'osservanza dei contratti collettivi di lavoro da parte degli eventuali subappaltatori, anche se assunti al di fuori della Regione del Veneto, nei confronti dei rispettivi dipendenti anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto. Il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'Appaltatore dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti dell'Appaltatore.

Il pagamento dei corrispettivi a titolo di acconto e di saldo da parte dell'Ente appaltante o concedente per le prestazioni oggetto del contratto o della convenzione viene subordinato all'acquisizione da parte del Responsabile del Procedimento della dichiarazione di regolarità contributiva, rilasciata dagli Enti competenti, ivi comprese le Casse Edili di riferimento. La dichiarazione acquisita produce i suoi effetti ai fini dell'acconto successivo.

Qualora, anche su istanza delle organizzazioni sindacali, siano accertate irregolarità retributive e/o contributive da parte dell'Impresa appaltatrice o concessionaria, l'Ente appaltante o concedente provvederà al pagamento delle somme dovute agli Enti utilizzando gli importi dovuti dall'Impresa a titolo di pagamento dei lavori eseguiti, anche incamerando la cauzione definitiva.

Per le detrazioni o le eventuali sospensioni dei pagamenti di cui sopra, l'Appaltatore non può opporre eccezioni alla stazione appaltante, nè ha titolo a risarcimento di alcun danno.

L'Appaltante o concedente, d'intesa con l'Autorità competente, si riserva eventualmente di imporre che la mano d'opera non specializzata per l'esecuzione dei lavori sia assunta dagli imprenditori anche mediante limitati turni settimanali, senza che per ciò la Ditta aggiudicataria possa affacciare pretese di speciali compensi.

La sottoscrizione del contratto e del presente Capitolato da parte dell'Appaltatore equivale a dichiarazione di completa e perfetta conoscenza di tutte le leggi, decreti, circolari, regolamenti, norme, etc., sopra richiamate e della loro accettazione incondizionata.

Art. 5 - VARIAZIONI DELLE OPERE PROGETTATE

I disegni e gli elaborati progettuali esecutivi devono ritenersi a tutti gli effetti vincolanti per le opere da eseguire. L'Amministrazione appaltante, oltre che per nuove disposizioni legislative e/o regolamentari, si riserva però, nel proprio esclusivo interesse e nei limiti di legge, l'insindacabile facoltà di introdurre alle opere, sia prima della consegna che in corso di esecuzione, quelle variazioni, soppressioni od aggiunte che riterrà opportune e finalizzate al miglioramento dell'opera stessa nonché alla sua funzionalità, sempreché non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. La Direzione dei Lavori potrà altresì disporre tutti quegli interventi e variazioni progettuali atti a risolvere, in corso d'opera, pratici aspetti di dettaglio nei limiti consentiti dall'art. 132 del D.Lgs 163/06. Per tali interventi, l'Appaltatore non potrà trarre motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi, di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel presente Capitolato Speciale e secondo quanto disposto dal D.Lgs 163/06 e dell'art. 134 del Regolamento (D.P.R. n. 554 del 21 dicembre '99).

L'Appaltante, durante l'esecuzione dei lavori e nelle ipotesi dell'art. 132 del D.Lgs 163/06, può ordinare una variazione dei lavori fino alla concorrenza di un quinto dell'importo dell'appalto e l'Appaltatore è tenuto ad eseguire i variati lavori agli stessi patti, prezzi e condizioni del contratto originario, salvo quanto previsto dagli artt. 134 e 136 del Regolamento, e non ha diritto ad alcuna indennità ad eccezione del corrispettivo relativo ai nuovi lavori. Se la variante supera tale limite, dovrà essere prevista la procedura di cui all'art. 10 del Capitolato Generale (ex D.M. LL.PP. n. 145 del 19 aprile 2000).

Ai fini della determinazione del quinto, l'importo dell'appalto è formato dalla somma risultante dal contratto originario, aumentato dell'importo degli atti di sottomissione per varianti già intervenute, nonché dell'ammontare degli importi, diversi da quelli a titolo risarcitorio, eventualmente riconosciuti all'appaltatore ai sensi dell'art. 240 del D.Lgs 163/06. La disposizione non si applica nel caso di variante disposta ai sensi dell'art. 132, comma 1, lettera e), del D.Lgs 163/06; non sono tenuti in conto gli aumenti, rispetto alle previsioni contrattuali, delle opere relative a fondazioni. Tuttavia, ove tali variazioni rispetto alle quantità previste superino il quinto dell'importo totale del contratto e non dipendano da errore progettuale ai sensi dell'articolo 132, comma 1, lettera e), del D.Lgs 163/06, l'appaltatore può chiedere un equo compenso per la parte eccedente.

Le varianti in corso d'opera, oltre ai casi sopracitati, sono altresì ammesse anche nei seguenti casi:

- a) modifiche conseguenti a variazioni della programmazione dell'Amministrazione appaltante;
- b) prescrizioni imposte in corso d'opera dagli organi competenti in materia di sicurezza, di tutela della salute, dell'ambiente, dei beni storici, artistici e paesaggistici;
- c) modifiche finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sulla base delle seguenti condizioni:
 1. siano disposte nell'interesse dell'amministrazione appaltante;
 2. l'importo aggiuntivo non sia superiore al venti per cento dell'importo del contratto;
 3. la maggiore spesa trovi copertura nell'ambito dell'importo del progetto finanziato.

L'Appaltatore non potrà, comunque e per nessun motivo, introdurre di propria iniziativa variazioni ai lavori assunti in confronto delle previsioni contrattuali; delle variazioni introdotte, per quantità e qualità, senza il prescritto ordine scritto della Direzione dei Lavori e/o atto formale del Responsabile del Procedimento, potrà essere ordinata l'eliminazione a cura e spese dell'Appaltatore stesso, salvo il risarcimento dell'eventuale danno arrecato all'Amministrazione.

L'Appaltatore, altresì, è tenuto a denunciare eventuali erroneità delle prescrizioni progettuali delle varianti apportate al progetto iniziale dalla Direzione dei Lavori e/o dal Responsabile del Procedimento; in caso di non contestazione di dette prescrizioni entro cinque giorni si intenderanno definitivamente accettate e riconosciute idonee dall'Appaltatore che pertanto ne sarà il solo responsabile.

Art. 6 - CONDIZIONI DI AMMISSIBILITA' ALLA GARA

Per essere ammessi a concorrere alle aggiudicazioni delle opere, le Imprese dovranno presentare, nel termine prescritto dall'invito, i documenti che saranno indicati nell'invito stesso.

Art. 7 - ESSENZIALITA' DELLE CLAUSOLE - CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO

Le Imprese, con la partecipazione alla gara, dovranno dichiarare espressamente che tutte le clausole e condizioni previste nel contratto, nel presente Capitolato Speciale ed in tutti gli altri documenti che del contratto fanno parte integrante, hanno carattere di essenzialità; la sottoscrizione del contratto da parte dell'Appaltatore equivale la dichiarazione di perfetta conoscenza di tutte le leggi, regolamenti e capitoli nonch  la loro incondizionata accettazione. L'Appaltatore dovr , inoltre, presentare una dichiarazione di essersi recato sul luogo dove debbono eseguirsi i lavori e nelle aree adiacenti, di aver valutato la loro influenza sull'andamento e sul costo dei lavori, di aver preso conoscenza di tutte le condizioni locali che si riferiscono all'opera, quali la natura del suolo e del sottosuolo, le condizioni di viabilit  e di accesso al cantiere, l'esistenza di opere nel sottosuolo quali cavi, condotte, etc., la possibilit  di poter utilizzare materiali locali in rapporto ai requisiti richiesti, la distanza da cave di adatto materiale, le condizioni dei mercati di approvvigionamento dei materiali e dei manufatti in genere, la presenza o meno di acqua (sia che essa occorra per l'esecuzione dei lavori, sia che essa ne debba essere allontanata), l'esistenza di scarichi e di discariche autorizzate adatte allo smaltimento a rifiuto, di aver altres  esaminato minuziosamente e dettagliatamente il progetto sotto il profilo tecnico e delle regole d'arte riconoscendone la perfetta eseguibilit , anche in riferimento al terreno di fondazione ed ai particolari costruttivi, senza che si possano verificare successivi vizi all'ultimazione dei lavori, di aver attentamente vagliato tutte le indicazioni e le clausole del presente Capitolato Speciale con particolare riferimento agli obblighi e responsabilit  dell'Appaltatore nonch , in generale, di tutte le circostanze generali e speciali che possono aver influito sul giudizio dell'Appaltatore circa la convenienza di assumere l'opera, anche in relazione al prezzo offerto in sede di gara.

L'Appaltatore non potr , quindi, in alcun modo eccepire, durante l'esecuzione e lo svolgimento dei lavori, la mancata conoscenza di condizioni o la sopravvenienza di elementi ulteriori, a meno che tali elementi appartengano alla categoria delle cause di forza maggiore.

Art. 8 - OFFERTE

Le offerte dovranno prevedere l'importo a corpo o forfettario, secondo le modalit  stabilite dalla lettera di invito e sotto pena di esclusione dalla gara, che la Ditta concorrente ritiene proporre per eseguire a regola d'arte le opere, complete ed ultimate in ogni loro particolare, idonee al collaudo, comprensive inoltre degli oneri indicati anche nei successivi articoli.

La lista delle quantit  relative i lavori a corpo posta a base di gara ha effetto ai soli fini dell'aggiudicazione; prima della formulazione dell'offerta, la Ditta concorrente ha l'obbligo di controllare le voci riportate nella lista attraverso il rilievo in cantiere delle quantit  e l'esame degli elaborati progettuali - comprendenti anche il computo metrico - posti in visione ed acquisibili. In esito a tale verifica la Ditta concorrente, nella modalit  prevista dall'art. 90, comma 5, del D.P.R. n. 554 del 21 dicembre '99,   tenuta ad integrare o ridurre le quantit  che ritiene carenti o eccessive e ad inserire le voci e relative quantit  che ritiene mancanti, rispetto a quanto previsto negli elaborati grafici e nel computo metrico preventivo, risultanti dal sopralluogo nel cantiere dove si svolgeranno i lavori nonch  negli altri documenti che   previsto facciano parte integrante del contratto, alle quali applica i prezzi unitari che ritiene di offrire. L'offerta va inoltre accompagnata, a pena di inammissibilit , da una dichiarazione di presa d'atto che le indicazione delle voci e delle quantit  non ha effetto sull'importo complessivo e forfettario dell'offerta che, seppure determinato attraverso l'applicazione dei prezzi unitari offerti alle quantit  delle varie lavorazioni, resta fisso ed invariabile.

La Ditta appaltatrice sar  l'esclusiva responsabile dei lavori ed ha altres  anche l'obbligo di verificare nel luogo di esecuzione dell'opera, oltre che per raccogliere tutti gli elementi necessari per il controllo delle progettuali quantit  ai fini della conseguente redazione dell'offerta forfettaria da proporre alla stazione appaltante sulla base dei propri prezzi, anche tutti gli elementi necessari per la loro perfetta esecuzione e collaudazione a norma; qualora al lato pratico questo non rispondesse, sia pure in parte, alle condizioni richieste, nessuna scusante potr  essere invocata dalla Ditta stessa per giustificare eventuali deficienze o imprevisti.

In sede di gara, saranno considerate nulle le offerte comunque condizionate, nonch  le offerte presentate in termini generali, senza l'indicazione esplicita e precisa dell'importo complessivo, sia in cifre che in lettere.

Art. 9 - ESCLUSIONI DALLA GARA

A seguito dell'esame dei documenti inviati dal concorrente in sede di gara, in presenza della mancanza della documentazione richiesta dal bando o della loro incompletezza anche formale, il Responsabile del Procedimento si riserva piena ed insindacabile libert  di escludere dalla gara qualunque dei concorrenti e senza che l'escluso possa reclamare indennit  di sorta.

Art. 10 - CAUZIONE PROVVISORIA

La cauzione provvisoria, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 129 del D.Lgs. 163/06, da presentare alla gara per l'affidamento dell'esecuzione dei lavori viene stabilita pari al 2% (dueper cento) dell'importo lordo dei lavori, garanzia che pu  essere costituita, a scelta della Ditta concorrente, in contanti o in titoli del debito pubblico oppure anche mediante fidejussione bancaria o polizza fidejussoria assicurativa o fidejussione - con l'impegno del fidejussore a rilasciare la garanzia fidejussoria definitiva qualora l'offerente risultasse aggiudicatario (ex art. 100 del Regolamento sui lavori pubblici di cui al D.P.R. 21 dicembre '99, n. 554) - rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'articolo 107 del D.Lgs. 385 del 1  settembre 1993 - "Testo unico delle leggi in materia bancaria e creditizia" e successive modificazioni, che svolgono in via esclusiva o prevalente l'attivit  di rilascio di garanzie; in questi casi, le stesse dovranno prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, avere operativit  entro quindici giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante e, infine, avere validit  per almeno centottanta giorni dalla data di presentazione dell'offerta. La cauzione andr  a coprire

l'eventuale mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

Per le imprese alle quali venga rilasciata da organismi accreditati, ai sensi della norma europea della Serie UNI CEI EN 45000, la certificazione di sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9000 ovvero la dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema, la garanzia viene ridotta all'1% (unopercento).

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

Art. 11 - CAUZIONE DEFINITIVA - COPERTURA ASSICURATIVA

La cauzione definitiva, ai sensi e per gli effetti dell'art. 129 del D.Lgs 163/06, da prestare a garanzia dei lavori sarà uguale al 10% (dieci per cento) dell'importo netto di appalto; in caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10%, la garanzia fidejussoria dovrà essere aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10%; ove il ribasso sia superiore al 20% rispetto il preventivo progettuale, la garanzia fidejussoria dovrà essere aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti la predetta percentuale di ribasso.

La garanzia fidejussoria dovrà essere incrementata di ulteriori cinque punti percentuali per le imprese per le quali risultino accertate irregolarità riguardo agli obblighi in materia di tutela dei lavoratori.

La cauzione definitiva dovrà essere depositata alla Cassa Depositi e Prestiti oppure anche prestata esclusivamente mediante fideiussione bancaria o polizza fidejussoria assicurativa o fideiussione rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'articolo 107 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385 - "Testo unico delle leggi in materia bancaria e creditizia" e successive modificazioni, che svolgono in via esclusiva o prevalente l'attività di rilascio di garanzie; in questi casi, le stesse dovranno prevedere espressamente la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale ed avere operatività entro quindici giorni a semplice richiesta scritta della stazione appaltante. Per le imprese alle quali sia rilasciata la rata di saldo dovuta all'Appaltatore, non sia, a giudizio dell'Amministrazione, all'uopo sufficiente. La certificazione di sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN ISO 9000 ovvero la dichiarazione della presenza di elementi significativi e tra loro correlati di tale sistema, la cauzione è ridotta del 50% (cinquantaper cento). Resta convenuto che anche quando a collaudo finale nulla osti nel riguardo dell'Amministrazione alla restituzione della cauzione, questa continuerà a restare in tutto od in parte vincolata a garanzia dei diritti dei creditori ogni qualvolta la rata di saldo dovuta all'Appaltatore, non sia, a giudizio dell'Amministrazione, all'uopo sufficiente. L'Appaltatore è altresì obbligato a stipulare una polizza assicurativa con un massimale garantito non inferiore a €. 500.000,00- (diconseuro cinquecentomila/00), da presentare all'Amministrazione Appaltante al momento della stipula del contratto, che tenga indenne l'Amministrazione da eventuali danni derivanti a causa dal danneggiamento o dalla distruzione, totale o parziale, delle opere nel corso dei lavori nonché da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore, e che preveda inoltre una garanzia di responsabilità civile per danni a terzi nell'esecuzione dei lavori fino alla data di emissione del certificato di collaudo o di regolare esecuzione.

L'esecutore è inoltre obbligato a stipulare, con decorrenza dalla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione,

una polizza indennitaria decennale, nonché una polizza per responsabilità civile verso terzi, della medesima durata, a copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi.

Art. 12 - STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

L'Impresa aggiudicataria della gara verrà invitata a presentarsi entro 60 (sessanta) giorni dall'aggiudicazione, ma comunque nel giorno stabilito dall'Amministrazione, per la firma del contratto.

Se l'offerente aggiudicatario non dovesse presentarsi per la stipulazione del contratto o non avesse provveduto al deposito della cauzione definitiva nei tempi stabiliti, l'Impresa sarà considerata decaduta per fatto dell'aggiudicatario e l'Amministrazione Appaltante provvederà all'incamerazione della cauzione provvisoria prestata ed all'aggiudicazione dell'appalto al concorrente che segue nella graduatoria.

Art. 13 - DOCUMENTI DI CONTRATTO

Al contratto non sarà allegato alcun documento ma, oltre al Regolamento (D.P.R. 554/99) ed il Capitolato Generale d'Appalto dei lavori pubblici (D.M.LL.PP. 145/2000) si farà riferimento agli elaborati progettuali depositati in originale presso l'Ufficio Tecnico del Comune e comprendenti il presente Capitolato Speciale d'Appalto, il Piano di Sicurezza dei lavori ai sensi del D.Lgs 81 del 9 aprile '08 e D.Lgs 106 del 3 agosto '09, l'offerta a corpo presentata dall'Appaltatore, nonché i seguenti disegni delle opere che si devono eseguire:

- planimetrie generali e particolari;
- piante e sezioni;
- particolari costruttivi ed esecutivi.

Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:

- il computo metrico e il computo metrico estimativo;
- il riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente capitolato speciale; esse hanno efficacia limitatamente ai fini dell'aggiudicazione per la determinazione dei requisiti soggettivi degli esecutori, ai fini della definizione dei requisiti oggettivi e del subappalto, e, sempre che non riguardino il compenso a corpo dei lavori contrattuali, ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori di cui all'art. 132 del D.Lgs 163/06.

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

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

Resta tuttavia stabilito che la Direzione dei Lavori potrà fornire in qualsiasi momento, durante il corso dei lavori, disegni, specifiche e particolari conformi al progetto originale e relativi alle opere da svolgere, anche se non espressamente citati nel presente capitolato; tali elaborati potranno essere utilizzati soltanto per favorire una migliore comprensione di dettaglio di alcune parti specifiche dell'opera già definite nei disegni progettuali.

Art. 14 - SUBAPPALTO E COTTIMO DEI LAVORI

E' assolutamente vietato, sotto la pena di immediata risoluzione del contratto per colpa dell'Impresa e del risarcimento di ogni danno e spesa derivanti all'Amministrazione appaltante, il subappalto non autorizzato dell'intervento progettuale.

Tutte le prestazioni nonché le lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengano, sono subappaltabili e affidabili in cottimo, ferme restando le vigenti disposizioni che prevedono per particolari ipotesi il divieto di affidamento in subappalto. Per i lavori, per quanto riguarda la categoria prevalente, con il regolamento, è definita la quota parte subappaltabile, in misura eventualmente diversificata a seconda delle categorie medesime, ma in ogni caso non superiore al **30% (trenta per cento)**.

L'affidamento in subappalto o in cottimo, ai sensi dell'art. 118 del D.Lgs 163/06, è sottoposto alle seguenti condizioni che:

1. i concorrenti all'atto dell'offerta o l'Affidatario, nel caso di varianti in corso d'opera, all'atto dell'affidamento, abbiano indicato i lavori o le parti di opere che intendono subappaltare o concedere in cottimo;

2. l'Appaltatore provveda al deposito del contratto di subappalto presso l'Amministrazione appaltante almeno venti giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative prestazioni o lavorazioni;
3. al momento del deposito del contratto di subappalto presso la stazione appaltante l'affidatario trasmetta altresì la certificazione attestante il possesso da parte del subappaltatore dei requisiti di qualificazione prescritti dal presente codice in relazione alla prestazione subappaltata e la dichiarazione del subappaltatore attestante il possesso dei requisiti generali di cui all'art. 38 del D.Lgs 163/06;
4. non sussista, nei confronti dell'affidatario del subappalto o del cottimo, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 10 della legge 31 maggio 1965, n. 575, e successive modificazioni.

L'affidatario dovrà praticare, per le prestazioni affidate in subappalto, gli stessi prezzi unitari risultanti dall'aggiudicazione, con ribasso non superiore al 20% e nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, nonché i dati di cui al p.to 3.

L'affidatario è tenuto ad osservare integralmente il trattamento economico e normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni; è, altresì, responsabile in solido dell'osservanza delle norme anzidette da parte dei subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto. L'affidatario e, per suo tramite, i subappaltatori, trasmettono alla stazione appaltante prima dell'inizio dei lavori la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi e antinfortunistici, nonché copia del piano di sicurezza. L'affidatario e, suo tramite, i subappaltatori trasmettono periodicamente all'Amministrazione o ente committente copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi, nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva.

I piani di sicurezza di cui all'art. 131 del D.Lgs 163/06 sono messi a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutti i subappaltatori operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dai singoli subappaltatori compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'affidatario. Nell'ipotesi di raggruppamento temporaneo o di consorzio, detto obbligo incombe al mandatario. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori. L'affidatario che si avvale del subappalto o del cottimo deve allegare alla copia autentica del contratto la dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento a norma dell'articolo 2359 del codice civile con il titolare del subappalto o del cottimo. Analoga dichiarazione deve essere effettuata da ciascuno dei soggetti partecipanti nel caso di raggruppamento temporaneo, società o consorzio. La stazione appaltante provvede al rilascio dell'autorizzazione entro trenta giorni dalla relativa richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta, ove ricorrano giustificati motivi. Trascorso tale termine senza che si sia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo inferiore a €. 100.000,00- (euro centomila), i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della stazione appaltante sono ridotti della metà. **L'esecuzione delle prestazioni affidate in subappalto non può formare oggetto di ulteriore subappalto.**

Tali disposizioni si applicano anche ai raggruppamenti temporanei e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente le prestazioni scorporabili, nonché alle associazioni in partecipazione quando l'associante non intende eseguire direttamente le prestazioni assunte in appalto; si applicano altresì alle concessioni per la realizzazione di opere pubbliche e agli affidamenti con procedura negoziata.

Ai fini del presente articolo è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad oggetto attività ovunque espletate che richiedono l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% dell'importo delle prestazioni affidate o di importo superiore a €. 100.000,00- e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% dell'importo del contratto da affidare. Il subappaltatore non può subappaltare a sua volta le prestazioni salvo che per la fornitura con posa in opera di impianti e di strutture speciali da individuare con il regolamento; in tali casi il fornitore o subappaltatore, per la posa in opera o il montaggio, può avvalersi di imprese di propria fiducia per le quali non sussista alcuno dei divieti di cui al p.to 4.

Viene fatto obbligo all'affidatario di comunicare alla stazione appaltante, per tutti i sub-contratti stipulati per l'esecuzione dell'appalto, il nome del sub- contraente, l'importo del contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

Non si configurano come attività affidate in subappalto:

- a) l'affidamento di attività specifiche a lavoratori autonomi;
- b) la subfornitura a catalogo di prodotti informatici.

Art. 15 - PROGRAMMA OPERATIVO DEI LAVORI

L'Appaltatore dovrà presentare e concordare con la Direzione dei Lavori, per la sua approvazione prima della stipula del contratto o comunque prima dell'inizio dei lavori, un dettagliato programma operativo delle varie opere che deve eseguire, suddiviso per fasi di intervento come predisposto nel cronoprogramma di progetto, tenendo conto del tempo concesso per dare le opere ultimate entro il termine fissato dal presente Capitolato, secondo le varie categorie, con riferimento anche con gli importi stabiliti dal presente capitolato per la liquidazione degli stati di avanzamento; nella redazione del programma operativo l'Appaltatore deve tenere conto:

- delle particolari condizioni dell'accesso al cantiere;
- della riduzione o sospensione delle attività di cantiere per festività o godimento di ferie degli addetti ai lavori;
- delle eventuali difficoltà di esecuzione di alcuni lavori in relazione alla specificità dell'intervento e al periodo stagionale in cui vanno a ricadere;
- dell'eventuale obbligo contrattuale di ultimazione anticipata di alcune parti laddove previsto.

Nel caso di sospensione dei lavori, parziale o totale, per cause non attribuibili a responsabilità dell'Appaltatore, il programma operativo dei lavori viene aggiornato in relazione all'eventuale incremento della scadenza contrattuale. Al programma operativo dovranno essere allegati grafici (tipo Gantt) che mettano in chiara evidenza l'inizio, l'avanzamento settimanale o mensile ed il termine di ultimazione delle principali categorie di opere, precisando tipo e quantità delle macchine e degli impianti che in ogni caso l'Appaltatore si obbliga ad impiegare, anche per quanto concerne il termine del loro approntamento in cantiere. Il grafico dovrà essere debitamente colorato e suddiviso per categorie di lavoro, con l'indicazione separata degli avanzamenti delle lavorazioni in base alle forze di lavoro ed ai macchinari assegnati alle singole categorie. Qualora il programma operativo così sottoposto non riportasse l'approvazione del Responsabile del Procedimento, l'Appaltatore avrà ancora dieci giorni di tempo per predisporre un nuovo programma, secondo le direttive che avrà ricevuto; l'Appaltatore non potrà avanzare, in relazione alle prescrizioni del Responsabile del Procedimento, nessuna richiesta di compensi, né accampare alcun particolare diritto. Il programma operativo approvato, mentre non vincola l'Appaltante che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione in relazione a determinate esigenze, è invece impegnativo per l'Appaltatore, che ha l'obbligo di rispettare comunque i termini di avanzamento ed ogni altra modalità. La mancata osservanza delle disposizioni del presente paragrafo dà facoltà all'Appaltante di risolvere il contratto per colpa dell'Appaltatore. Eventuali aggiornamenti del programma, legati a motivate esigenze organizzative dell'Impresa appaltatrice e che non comportino modifica delle scadenze contrattuali, sono approvate dal Direttore dei Lavori, subordinatamente alla verifica della loro effettiva necessità ed attendibilità per il pieno rispetto delle scadenze contrattuali.

Il Responsabile del Procedimento, però, si riserva il diritto di stabilire - in variante al programma originariamente concordato - l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio e di disporre altresì lo sviluppo dei lavori nel modo che riterrà più opportuno in relazione alle esigenze dipendenti dall'esecuzione delle altre opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi e farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Art. 16 - CONSEGNA DEI LAVORI

La consegna dei lavori sarà effettuata su autorizzazione del Responsabile del Procedimento, ai sensi dell'art. 129 del Regolamento dei lavori pubblici (D.P.R. n.

554 del 21 dicembre '99), mediante successive operazioni entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data di stipulazione del contratto e, in caso di urgenza, dopo la delibera di aggiudicazione definitiva; resta comunque salva per l'Amministrazione sia la facoltà di procedere a una consegna di urgenza dei lavori appaltati sia la

facoltà di procedere a una consegna frazionata, senza che al riguardo l'Appaltatore possa pretendere indennità o risarcimenti di sorta. All'atto della consegna, a norma ed entro i termini di cui all'art. 130 del Regolamento, sarà redatto il verbale generale di consegna.

Entro tale giorno, in ogni caso, l'Appaltatore dovrà:

- assumere presso la Direzione dei Lavori e il Responsabile del Procedimento tutte le informazioni sulle esigenze da rispettare nello sviluppo dei lavori;
- provvedere agli adempimenti inerenti gli allacciamenti di utenza di servizio del cantiere (acqua, energia elettrica, fognatura, etc.);
- elaborare il programma operativo dettagliato dei lavori da sottoporre all'approvazione del Responsabile del Procedimento e della Direzione dei Lavori;
- provvedere alla fornitura ed installazione del cartellone delle opere;
- comunicare per iscritto il nominativo del Responsabile del cantiere;
- eseguire l'idonea verifica in cantiere (tracciamento preliminare, se sono verificate e possibili le condizioni) delle opere da eseguire.

Nei termini stabiliti l'Amministrazione si riserva di porre a disposizione dell'Impresa tutti i beni da occupare; qualora avvenisse un ritardo nella consegna di qualcuno dei beni da occuparsi, oltre il periodo previsto, l'Impresa non avrà diritto che ad una corrispondente proroga del termine fissato limitatamente ai lavori interessanti tale ritardata consegna.

Qualora l'Appaltatore non si presentasse nel giorno stabilito, l'Amministrazione assegnerà un termine perentorio decorso il quale il contratto si intende risolto di diritto; in tal caso, l'Amministrazione procederà all'incameramento della cauzione fatto salvo, comunque, il risarcimento del maggior danno.

Art. 17 - TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI - ULTIMAZIONE E PENALE PER RITARDO DEL TERMINE LAVORI

Il tempo utile per dare ultimati tutti i lavori sarà di **giorni 365= (diconsi trecentosessantacinque)** naturali, successivi e continui decorrenti dalla data del verbale di consegna; oltre il tempo occorrente per l'allestimento del cantiere, sono compresi e già computati nel tempo contrattuale i periodi con andamento climatico stagionale sfavorevole nonché quelli per le ferie estive e, pertanto, non potranno essere concesse sospensioni nei suddetti periodi.

L'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, deve essere dall'Appaltatore comunicata per iscritto alla Direzione dei Lavori per le necessarie e subitanee constatazioni in contraddittorio. Se dalla visita di constatazione e accertamento le opere risultano complete, perfette e conformi alle prescrizioni contrattuali, verrà steso il relativo certificato; da tale data decorreranno tutti i successivi atti per la chiusura amministrativa dell'opera. In caso contrario, se qualche parte dell'opera cioè necessita di ulteriori interventi di completamento, rifacimento o miglioramento, l'Impresa dovrà eseguire i lavori all'uopo necessari e solamente dopo la successiva constatazione dell'avvenuto perfezionamento sarà redatto il certificato di ultimazione. E' stabilito, inoltre, che con il rilascio del verbale di ultimazione dei lavori l'Appaltatore acconsente automaticamente alla presa in consegna provvisoria delle opere da parte dell'Appaltante prima del collaudo definitivo. Ove l'Appaltante non ritenga di avvalersi di tale facoltà, l'Appaltatore resterà completamente responsabile della conservazione in perfetto stato delle opere fino al collaudo definitivo delle stesse. In ogni caso l'Appaltatore rimarrà pienamente responsabile, a norma dell'art. 1669 del codice civile, della qualità dei materiali impiegati o degli eventuali difetti di esecuzione riscontrati in sede di collaudo definitivo dei lavori e, in ogni modo, entro il periodo di garanzia stabilito contrattualmente, salvo gli eventuali danni dovuti all'uso.

La penale pecuniaria di cui all'art. 117 del Regolamento dei lavori pubblici (D.P.R. n. 554 del 21 dicembre '99) è stabilita nella misura di **€. 300,00- (diconsi euro trecento/00) per ogni giorno** di ritardo dalla data prevista per il termine dei lavori, complessivamente in ogni caso non superiore al 10% dell'ammontare netto contrattuale.

Tanto la penale quanto il rimborso delle maggiori spese di assistenza verranno senz'altro iscritte negli stati di avanzamento e nello stato finale a debito dell'Impresa.

Art. 18 - SOSPENSIONE E RIPRESA DEI LAVORI - PROROGHE

In presenza dei motivi previsti dall'art. 24 del capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici (D.M.LL.PP. n. 145 del 19 aprile 2000) e cioè per avverse condizioni climatiche, per cause di forza maggiore o altre circostanze speciali o particolari che impediscano l'esecuzione o la realizzazione a regola d'arte dei lavori, il Direttore dei Lavori ordinerà la sospensione dei lavori per il tempo strettamente necessario a far cessare le cause che hanno provocato l'interruzione. Qualora la sospensione, o le sospensioni se più di una, dovesse durare per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva per l'esecuzione dei lavori o comunque quando superino sei mesi complessivi, l'Appaltatore potrà chiedere lo scioglimento del contratto senza alcuna indennità; se l'Appaltante si oppone allo scioglimento, l'Appaltatore ha diritto alla rifusione solamente dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti.

I verbali di ripresa, redatti dal Direttore dei Lavori non appena venute a cessare le cause delle sospensioni, dovranno essere sottoscritti dall'Appaltatore ed inviati al Responsabile del Procedimento nei modi e nei termini previsti dall'art. 133 del Regolamento e art. 24 del capitolato generale.

Le sospensioni totali o parziali dei lavori disposte dall'Appaltante per cause diverse stabilite dall'art. 24 del capitolato generale sono considerate illegittime e danno diritto all'Appaltatore al riconoscimento dei danni prodotti. L'eventuale importo richiesto dall'Appaltatore, ai sensi dell'art. 1382 del codice civile, sarà quantificato secondo quanto previsto dall'art. 25 del capitolato generale.

Per eventuali proroghe sulla data di ultimazione dei lavori, data stabilita contrattualmente, l'Appaltatore, con congruo anticipo e comunque entro trenta giorni rispetto alla scadenza del termine dei lavori, per cause a lui non imputabili e per obiettive nonché documentate ragioni, può chiedere al Responsabile del Procedimento una proroga della data; lo stesso, sentito il Direttore dei Lavori, fornirà le proprie determinazioni entro trenta giorni dalla data di ricevimento della richiesta; in caso di mancata risposta all'Appaltatore nel termine previsto, la richiesta deve intendersi non accettata dal Responsabile del Procedimento.

Art. 19 - ANTICIPAZIONE

All'Impresa non è prevista la possibilità di concessione, sotto qualsiasi forma, di anticipazioni o percentuali dell'importo contrattuale.

Art. 20 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti:

- i lavori a corpo saranno annotati su apposito libretto delle misure, sul quale, in occasione di ogni stato d'avanzamento e per ogni gruppo di lavorazione omogenea in cui il lavoro è stato suddiviso, verrà registrata la quota percentuale dell'aliquota relativa alla stessa categoria, rilevabile da questo Capitolato Speciale d'appalto, che è stata eseguita;
- in occasione di ogni stato d'avanzamento la quota percentuale eseguita dell'aliquota di ogni categoria di lavorazione omogenea verrà riportata distintamente nel registro di contabilità;

- le progressive quote percentuali delle varie categorie di lavorazioni omogenee che saranno eseguite saranno desunte da valutazioni autonomamente effettuate dal Direttore dei Lavori, il quale può controllare l'attendibilità anche attraverso un riscontro nel progettuale computo metrico-estimativo dal quale le aliquote sono state dedotte.

Tale computo peraltro non fa parte della documentazione contrattuale; l'indicazione delle quantità riportate nel computo metrico non ha valore contrattuale essendo il prezzo determinato fisso ed invariabile e pertanto la determinazione dei corrispettivi rimane stabilita a corpo.

Art. 21 - PAGAMENTI IN ACCONTO DEI LAVORI

L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto per i lavori eseguiti, in corso d'opera, ogni qualvolta il suo credito - valutati sulla scorta delle categorie di lavoro - raggiunga complessivamente l'importo di €. 50.000,00- (diconsiuro cinquantamila\00), al netto del ribasso d'asta e delle prescritte ritenute previste per Legge. L'indicazione delle quantità riportate nel computo metrico non ha valore contrattuale essendo il prezzo determinato fisso ed invariabile e pertanto la determinazione dei corrispettivi rimane stabilita a corpo.

Redatto il verbale di ultimazione delle opere, verrà rilasciata l'ultima rata di acconto, qualunque sia la somma a cui possa ascendere e sempre al netto delle ritenute di legge e contrattuali. Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fidejussoria, avverrà non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di collaudo provvisorio ovvero del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'art. 1666, secondo comma, del codice civile.

Per eventuali ritardi nei pagamenti, nei termini e casi previsti dall'art. 29 del Capitolato Generale, gli interessi per ritardato pagamento saranno quelli previsti dall'art. 30 del capitolato generale (D.M.LL.PP. n. 145 del 19 aprile 2000).

Il ritardo nel pagamento degli acconti non dà comunque diritto all'Appaltatore di sospendere o rallentare i lavori, nè di chiedere la rescissione del contratto.

Art. 22 - PREZZO A CORPO

Per l'esecuzione di tutti i lavori del presente contratto, nelle quantità risultanti dagli elaborati grafici e di ogni altro allegato progettuale, computi metrici, relazioni di progetto ed offerte, tenuto conto di quanto previsto dal presente Capitolato, verrà corrisposto il prezzo a corpo indicato all'art. 2, al netto del ribasso d'asta. Tale corrispettivo resterà fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori, e verrà corrisposto a compenso ed a soddisfazione di tutti gli oneri imposti all'Impresa dal presente Capitolato Speciale, nonché degli oneri anche indiretti, che l'Impresa potrà incontrare per le esecuzioni dei lavori e per l'efficienza del cantiere, anche se non specificatamente menzionati. Sono compresi nel prezzo a corpo dell'appalto anche gli oneri indiretti, che l'Impresa potrà incontrare per le esecuzioni dei lavori e per l'efficienza del cantiere, anche se non specificatamente menzionati, ed in particolare gli oneri:

- esplicitamente previsti a carico dell'Appaltatore nelle specifiche e negli altri elaborati tecnici;
- per la sicurezza e tutela del lavoratore.

Il prezzo a corpo indicato nel presente capitolato comprende e compensa tutte le lavorazioni, i materiali, gli impianti, i mezzi e la mano d'opera necessari alla completa esecuzione delle opere richieste dalle prescrizioni progettuali e contrattuali, dalle indicazioni della Direzione dei Lavori e da quanto altro, eventualmente specificato, nella piena osservanza della normativa vigente e delle specifiche del presente capitolato.

Sono incluse nell'importo a corpo tutte le opere che si trovano nel progetto o descritte nel computo metrico o nel presente capitolato comprendendo tutte le lavorazioni e parti di esse necessarie per dare l'opera completamente finita in ogni dettaglio; tutti i lavori oggetto del presente capitolato dovranno intendersi parte integrante dell'importo indicato a corpo senza esclusioni di sorta.

Art. 23 - PREMIO DI ACCELERAZIONE

Nel caso di anticipata ultimazione dei lavori, rispetto ai tempi contrattualmente previsti, non verrà corrisposto all'Appaltatore alcun premio di accelerazione.

Art. 24 - DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI - LAVORO STRAORDINARIO, NOTTURNO E FESTIVO

L'orario giornaliero dei lavori sarà quello stabilito dal contratto collettivo valevole nel luogo dove i lavori vengono compiuti, ed in mancanza, quello risultante dagli accordi locali, e ciò anche se l'Appaltatore non sia iscritto alle rispettive organizzazioni dei datori di lavoro; non è consentito far eseguire dagli stessi operai un lavoro maggiore di dieci ore su ventiquattro.

All'infuori dell'orario normale - come pure nei giorni festivi - l'Appaltatore potrà ordinare ai propri dipendenti di lavorare oltre il normale orario giornaliero, o di notte, dandone preventiva comunicazione al Direttore dei Lavori; l'Appaltatore non avrà comunque diritto a compenso od indennità di sorta, ma sarà invece tenuto eventualmente a rimborsare all'Appaltante le maggiori spese di assistenza.

Qualora la Direzione dei Lavori ordinasse, per iscritto e su autorizzazione del Responsabile del Procedimento, il lavoro nei giorni festivi ed il prolungamento dell'orario di lavoro oltre le otto ore giornaliere oppure di notte, l'Appaltatore è obbligato ad uniformarsi; all'Appaltatore, oltre l'importo del lavoro eseguito, sarà corrisposto per ogni ora di lavoro straordinario effettivamente eseguito e per ogni operaio accertato presente un compenso pari alla percentuale di maggiorazione stabilita per lavoro straordinario nei contratti di lavoro, applicata al prezzo della tariffa inserito nel contrattuale elenco prezzi per la fornitura di mano d'opera corrispondente alla categoria del lavoratore che ha compiuto il lavoro straordinario.

Nessun compenso, infine, sarà dovuto all'Appaltatore nei casi di lavoro continuativo di 16 ore (effettuato se le condizioni di luce naturale, nell'epoca in cui si svolgono i lavori, lo consentono) e di 24 ore (nei lavori usualmente effettuati senza interruzioni, o per i quali è prescritta dal presente Capitolato l'esecuzione senza interruzione), stabilito su turni di 8 ore ciascuno e ordinato sempre per iscritto dalla Direzione dei Lavori.

Art. 25 - RINVENIMENTI - PROPRIETA' DEGLI OGGETTI TROVATI

Tutti gli oggetti di pregio intrinseco oltre che artistico, storico o archeologico che si rinvenissero nelle demolizioni, negli scavi e comunque nella zona dei lavori, spettano di diritto all'Appaltante, salvo quanto su di essi possa competere allo Stato. L'Appaltatore dovrà dare immediato avviso del loro rinvenimento, quindi depositarli negli uffici della stazione appaltante o della Direzione dei Lavori, che redigerà regolare verbale in proposito, da trasmettere alle competenti autorità. Per quanto detto, però, non saranno pregiudicati i diritti spettanti per legge agli autori della scoperta. L'Appaltatore avrà diritto al rimborso delle spese sostenute per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'integrità ed il loro diligente recupero. L'Appaltatore non potrà in alcun caso demolire o in ogni modo alterare i reperti, né potrà rimuoverli senza l'autorizzazione scritta del Direttore dei Lavori e/o Responsabile del Procedimento.

Art. 26 - BREVETTI

Sia che l'Amministrazione Appaltante prescriva l'impiego di disposizioni o sistemi protetti da brevetti d'invenzione, sia che l'Appaltatore vi ricorra di propria iniziativa (ben inteso sempre con il consenso del Direttore dei Lavori e del Responsabile del Procedimento) l'Appaltatore deve dimostrare di aver pagato i dovuti canoni e diritti e di aver adempiuto tutti i relativi obblighi di legge, non dovendo, per tale impiego, l'Appaltante, sottostare ad alcuna spesa.

Art. 27 - ESPROPRI ED OCCUPAZIONI TEMPORANEE

L'Amministrazione appaltante provvederà a sue cure e spese agli eventuali espropri per le occupazioni permanenti sulle aree necessarie per l'esecuzione delle varie opere di progetto. L'Appaltatore provvederà, invece, a sue cure e spese e prima di dar corso ai lavori a tutte le occupazioni temporanee che si rendessero necessarie per strade di servizio, per gli accessi ai vari cantieri, per l'impianto dei cantieri stessi, per il deposito temporaneo del materiale di scavo nel rispetto della D.G.R.V. n. 2424 dell'8 agosto 2008 "Procedure operative per la gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi art. 186 del D.Lgs 152/2006", per la discarica su siti autorizzati dei materiali inutilizzabili con tutti gli oneri a carico, per le cave di prestito e per tutto quanto necessario all'esecuzione dei lavori; tali oneri saranno comprensivi delle spese per danni ai frutti pendenti ed ai soprassuoli (alberature, piantagioni, colture in genere). Resta in proposito precisato che l'Appaltatore risponderà sempre e direttamente nei confronti di terzi per le sopra menzionate occupazioni, obbligandosi a sollevare da ogni corrispondente richiesta l'Amministrazione che, pertanto, in ogni caso, rimarrà del tutto estranea.

Art. 28 - SICUREZZA DEL CANTIERE - RESPONSABILE E ADDETTO ALLA SICUREZZA - DIREZIONE TECNICA DEI LAVORI

Ai sensi del D.Lgs n. 81 del 9 aprile '08, modificato dal D.Lgs 106 del 3 agosto '09, i lavori appaltati vengono disciplinati da apposito piano di sicurezza e di coordinamento (P.S.C.) e dovranno svolgersi nel pieno rispetto delle vigenti normative in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro. All'uopo, l'Appaltatore è tenuto a nominare il Responsabile alla Sicurezza e l'Addetto alla Sicurezza, figure previste dal Piano di Sicurezza e di Coordinamento allegato al progetto delle opere, nonché di affidare la direzione tecnica dei lavori ad un ingegnere (o, se accettato dalla Direzione dei Lavori e dal Responsabile del Procedimento, potrà essere anche previsto un geometra o un perito edile nei limiti, però, della rispettiva competenza tecnica prevista dalla legge), che si assumerà la totale responsabilità civile e penale derivante da tale incarico. Nei tempi e modi previsti dall'art. 131 del D.Lgs 163/06, l'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà redigere e consegnare le eventuali proposte integrative al Piano di Sicurezza e di Coordinamento di progetto nonché un Piano Operativo di Sicurezza (P.O.S.) per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento; nello stesso è altresì obbligato, fra l'altro, ad inserire:

- il numero di operai o altri dipendenti di cui si prevede l'impiego nelle varie fasi di lavoro e le conseguenti attrezzature fisse e/o mobili di cui sarà dotato il cantiere quali: spogliatoi, servizi igienici, eventuali attrezzature di pronto soccorso, etc.;
- le previsioni di disinfestazione periodica, ove necessario;
- le dotazioni di mezzi e strumenti di lavoro che l'Impresa intende mettere a disposizione dei propri dipendenti quali: caschi di protezione, cuffie, guanti, tute, stivali, maschere, occhiali, etc., che dovranno essere rispondenti alle prescrizioni relative le varie lavorazioni;
- le fonti di energia che l'Impresa intende impiegare nel corso dei lavori, sia per l'illuminazione che per la forza motrice per macchinari, mezzi d'opera ed attrezzature, che dovranno essere rispondenti alle prescrizioni relative ai luoghi ove si dovranno svolgere i lavori ed alle condizioni presumibili nelle quali i lavori stessi dovranno svolgersi;
- i mezzi, i macchinari e le attrezzature che l'Appaltatore ritiene di impiegare in cantiere, specificando, ove prescritto gli estremi dei relativi numeri di matricola, i certificati di collaudo o revisioni periodiche previste dalle normative, le modalità di messa a terra previste e quanto altro occorra per la loro identificazione ed a garantirne la perfetta efficienza e possibilità di impiego in conformità alla normativa vigente; i certificati di collaudo o di revisione che dovranno essere tenuti a disposizione in cantiere;
- dichiarazione di mettere a disposizione le attrezzature e le apparecchiature necessarie a verificare la rispondenza alle norme delle messe a terra realizzate, la presenza di gas in fogne o cunicoli, etc.;
- le opere provvisorie necessarie per l'esecuzione di lavori quali:
 1. casserature, sbadacchiature, ponteggi, etc., corredate di relazione descrittiva ed ove occorra di opuscoli illustrativi, elaborati grafici, verifiche di controllo, firmati dal progettista all'uopo abilitato per legge;
 2. particolari accorgimenti ed attrezzature che l'Impresa intende impiegare per garantire la sicurezza e l'igiene del lavoro in caso di lavorazioni particolari da eseguire in galleria, in condotti fognanti, in zone, ambienti, condotti che siano da ritenere, sia pure in situazioni particolari, comunque sommergibili, in prossimità di impianti ferroviari, elettrodotti aerei, sotterranei o in galleria, di acquedotti, di tubazioni di gas o in situazioni comunque particolari;
 3. quanto altro necessario a garantire la sicurezza e l'igiene del lavoro in relazione alla natura dei lavori da eseguire ed ai luoghi ove gli stessi dovranno svolgersi.

Il piano (o i piani) dovranno comunque essere aggiornati nel caso di nuove disposizioni in materia di sicurezza e di igiene del lavoro, o di nuove circostanze intervenute nel corso dell'appalto, nonché ogni qualvolta l'Impresa intenda apportare modifiche alle misure previste o ai macchinari ed attrezzature da impiegare. Il piano (o i piani) dovranno comunque essere sottoscritti dall'Appaltatore, dal Direttore di Cantiere e, ove diverso da questi, dal progettista del piano, che assumono, di conseguenza:

- il progettista: la responsabilità della rispondenza delle misure previste alle disposizioni vigenti in materia;
- l'Appaltatore ed il Direttore di Cantiere: la responsabilità dell'attuazione delle stesse in sede di esecuzione dell'appalto.

L'Appaltatore dovrà portare a conoscenza del personale impiegato in cantiere e dei rappresentanti dei lavoratori per la sicurezza il piano (o i piani) di sicurezza ed igiene del lavoro e gli eventuali successivi aggiornamenti, allo scopo di informare e formare detto personale, secondo le direttive eventualmente emanate dal Coordinatore per l'esecuzione.

Compete esclusivamente all'Appaltatore, al Responsabile della Sicurezza, all'Addetto alla Sicurezza e al Direttore Tecnico dei lavori per l'Impresa, ciascuno per i propri compiti e responsabilità, ogni decisione e operatività per quanto riguarda:

- il gestire ed organizzare il cantiere in modo da garantire la sicurezza e la salute dei lavoratori;
- le modalità ed i sistemi di organizzazione, di conduzione dei lavori e di direzione tecnica del cantiere;
- nel fare allentare dal cantiere coloro che risultassero in condizioni psico-fisiche tali o che si comportassero in modo tale da compromettere la propria sicurezza e quella degli altri addetti presenti in cantiere o che si rendessero colpevoli di insubordinazione o disonestà;
- la promozione di attività e di esercitazione di prevenzione, di programmi di informazione e di formazione dei lavoratori, individuando i momenti di consultazione;
- l'efficienza dei servizi logistici di cantiere;
- il vietare l'ingresso alle persone non addette ai lavori e non espressamente autorizzate dal Responsabile dei Lavori;
- l'applicazione, sotto il controllo del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, delle prescrizioni contenute dal Piano di Sicurezza per quanto concerne le norme e previdenze antinfortunistiche di ogni categoria di lavoro, le conseguenti opere provvisorie ed ogni altro provvedimento necessario a salvaguardare l'incolumità sia del personale che dei terzi, la sicurezza del traffico veicolare e pedonale, nonché per evitare ogni e qualsiasi danno ai servizi pubblici di soprasuolo e di sottosuolo ed ai beni pubblici e privati.

Eventuali interventi non previsti dal Piano di Sicurezza e/o ritenuti a "rischio" o pericolosi dall'Appaltatore o dal Responsabile o dall'Addetto alla Sicurezza dovranno essere preventivamente discussi e valutati con il Coordinatore per la progettazione e/o per l'esecuzione dei lavori e con la Direzione dei Lavori al fine di prendere le dovute e necessarie soluzioni ed accorgimenti.

I tecnici, previsti dal Piano di Sicurezza e per la direzione tecnica del cantiere, scelti dall'Appaltatore e il cui nominativo dovrà essere comunicato per iscritto al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori e alla Direzione dei Lavori prima dell'inizio dei lavori stessi, dovranno dimostrare di essere regolarmente abilitati ai sensi della D.Lgs n. 81 del 2008 e, inoltre, di far parte ad un albo professionale e di avere competenza professionale estesa ai lavori da eseguire; nel caso questi non fossero stabilmente alle dipendenze dell'Appaltatore, dovranno rilasciare una valida dichiarazione sottoscritta per accettazione dell'incarico e mansioni assegnate.

Art. 29 - PAGAMENTO DEGLI ONERI PER LA SICUREZZA DEL CANTIERE

Il pagamento, in corso d'opera, degli oneri derivanti dall'applicazione delle norme ed oneri previsti dal contrattuale Piano di Sicurezza del cantiere, su regolare certificazione del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, viene effettuato e compensato negli stati di avanzamento dei lavori previsti dall'art. 21 del presente Capitolato Speciale d'Appalto, secondo la specifica quota percentuale media pari al 2,985% (due virgola novecentottantacinque per cento) applicata sui prezzi progettuali di elenco e/o di offerta e complessivamente pari a €5.247,14- (diconsiueurocinquemiladuecentoquarasette/14), su regolare certificazione del Coordinatore per l'esecuzione dei lavori.

Art. 30 - DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE

Prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa ha l'obbligo di comunicare al Responsabile del Procedimento e al Direttore dei Lavori il nominativo del Direttore tecnico del cantiere, che sarà un tecnico abilitato e iscritto al relativo Albo o Collegio professionale, competente per legge, all'espletamento delle mansioni inerenti ai lavori da eseguire. Il Direttore dei Lavori e/o il Responsabile del Procedimento ha il diritto di esigere il cambiamento o il licenziamento degli agenti, dei capi cantiere e degli operai dell'Appaltatore per insubordinazione, per incapacità o per grave negligenza. L'Impresa deve garantire la copertura del ruolo di Direttore tecnico di cantiere per tutta la durata dei lavori e l'eventuale sostituzione di questa figura dovrà essere comunicata tempestivamente con lettera raccomandata alla stazione appaltante; in caso di mancata sostituzione i lavori sono sospesi ma il periodo di sospensione non modifica il termine di ultimazione dei lavori stessi.

Art. 31 - DOMICILIO DELL'APPALTATORE - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE SUI LAVORI

A norma dell'art. 2 del Capitolato Generale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà avere domicilio nel luogo nel quale ha sede l'ufficio della Direzione dei Lavori; ove non abbia uffici propri in tale luogo, dovrà eleggere domicilio presso gli uffici comunali oppure presso lo studio di un professionista nonché presso gli uffici di una società legalmente riconosciuta; presso tale domicilio verranno inoltrate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini ed ogni altra notificazione o corrispondenza, dipendenti dal contratto, fatte dal Direttore dei Lavori e/o dal Responsabile del Procedimento.

L'Appaltatore che non conduce personalmente i lavori dovrà farsi rappresentare per mandato da persona fornita dei requisiti voluti dall'art. 4 del Capitolato generale. Il rappresentante dell'Appaltatore, il cui mandato dovrà essere conferito per atto pubblico e l'atto depositato presso l'Amministrazione committente, dovrà dimorare permanentemente in località prossima ai lavori, garantendo la presenza in cantiere. Detto rappresentante dovrà essere anche autorizzato a fare allontanare dalla zona dei lavori, dietro semplice richiesta del Direttore dei Lavori, gli agenti, i capi cantiere e gli operai che si fossero resi colpevoli di insubordinazione, incapacità o grave negligenza, come disposto all'art. 6 del Capitolato Generale e fatti salvi provvedimenti più severi. L'Appaltatore è tenuto, quando ricorrano gravi e giustificati motivi, a provvedere all'immediato allontanamento del suo rappresentante, pena la rescissione del contratto e la richiesta di rifusione dei danni e delle spese conseguenti.

Art. 32 - ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE - COMPENSI INCLUSI NEI PREZZI UNITARI

I prezzi unitari, in base ai quali saranno pagati i lavori e le somministrazioni, sono quelli contenuti nell'Offerta Prezzi Unitari di contratto, con l'avvertenza che in tali prezzi si intendono comprese e compensate tutte le spese principali, provvisoriale ed accessorie, di mercedi, trasporti e materiali necessari, nessuno escluso, mentre gli oneri necessari per la completa osservanza del Piano di Sicurezza del Cantiere e dei P.O.S., di cui al D.Lgs 494 del 14 agosto '96, sono compensati a parte in quota proporzionale ai lavori effettuati e non sono soggetti a ribasso d'asta (art. 131 del D.Lgs 163/06); detti prezzi unitari si intendono proposti ed accettati dall'Impresa in base a calcoli di sua propria convenienza, a tutto suo rischio, e quindi sono da considerarsi invariabili ed indipendenti da qualsiasi eventualità, salvo l'applicazione delle disposizioni vigenti in materia di revisione dei prezzi, intendendosi compensate anche gli oneri e le spese per:

- il contratto, registro, bollo, etc., nonché la conduzione dei lavori relativi all'appalto;
- le totali indennità di cava, eventualmente richieste per l'estrazione dei materiali;
- l'esecuzione per l'esecuzione degli stati di avanzamento e finale e per le verifiche e prove di collaudo;
- la mano d'opera, per la prestazione dei canneggiatori, la fornitura degli attrezzi e degli strumenti necessari per la consegna e condotta dei lavori, la messa a disposizione di personale per la misurazione e rilevazione in contraddittorio delle lavorazioni effettuate;
- l'eventuale temporanea deviazione delle acque in dipendenza delle esigenze di lavoro da eseguire, nonché quelle relative alla manutenzione dei canali fucatori all'uopo necessari;
- le assicurazioni per la responsabilità civile e d'obbligo della mano d'opera impiegata;
- il rispetto delle norme contenute nel Capitolato Generale e relativo Regolamento, i quali non siano in contrasto con le disposizioni espressamente contemplate nel presente Capitolato Speciale;
- l'assistenza tecnica per le indagini geologiche e geotecniche del terreno;
- la video ispezione televisiva e fotografica della condotta, le prove di tenuta secondo le modalità previste nel presente capitolato;
- rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi e simili che possono occorrere, anche su semplice richiesta della Direzione dei Lavori o del Responsabile del Procedimento, dal giorno in cui comincia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- il trasporto di qualsiasi materiale o mezzi d'opera, anche per interventi in economia;
- la gestione del materiale di scavo secondo le modalità previste dalla D.G.R.V. n. 2424 dell'8 agosto 2008 "Procedure operative per la gestione delle terre e rocce da scavo ai sensi art. 186 del D.Lgs 152/2006";
- il conferimento con ogni onere in discarica autorizzata, posta a qualsiasi distanza, del materiale di rifiuto inutilizzabile;
- la verifica dei calcoli delle opere in cemento armato, debitamente firmata da un tecnico abilitato, per tutti i modelli ed i campioni di lavori e dei materiali che fossero richiesti, e per le spese di imballaggio, di spedizione e di prova dei materiali spediti alle Stazioni sperimentali riconosciute e autorizzate, ciò in correlazione a quanto prescritto circa l'accettazione dei materiali stessi;
- la formazione di una baracca provvisoria, completa dei servizi tecnici, per uso di studio e ufficio della Direzione dei Lavori e del Responsabile del Procedimento, completo del relativo mobilio, della manutenzione, della pulizia, dell'illuminazione e del riscaldamento nei periodi freddi: essa dovrà avere dimensioni idonee e rispondenti ai fini proposti;
- un congruo numero di fotografie eseguite a periodi diversi quale documentazione dei lavori;
- l'acquisto, la posa ed il mantenimento di un tabellone delle dimensioni minime di 150x250 cm. e con scritto la natura delle opere e tutti i dati relativi ai lavori, secondo le disposizioni che verranno impartite dal Responsabile del Procedimento;
- l'obbligo di tenere costantemente aggiornata, per proprio conto, la contabilità dei lavori, incombenza necessaria per il raffronto con quella tenuta dalla direzione dei lavori e per il controllo continuo delle prestazioni eseguite al fine di non superare, nel modo più assoluto, gli importi netti autorizzati: non saranno in nessun caso riconosciuti lavori o somministrazioni, anche se ritenuti necessari, eccedenti gli importi contrattuali, salvo i casi previsti ed autorizzati da un apposito atto formale amministrativo;
- la segnaletica stradale provvisoria e di quant'altro necessario ai fini della sicurezza alla circolazione in genere, con le necessarie segnalazioni diurne e notturne, gli appositi cartelli, fanali e personale specifico nei tratti stradali interessati dai lavori, e ciò sotto la stretta osservanza delle norme ed in conformità al nuovo codice della strada (D.Lgs 285/1992) e dal relativo regolamento di esecuzione e di attuazione nonché il controllo della polizia stradale e/o municipale: gli eventuali incidenti o danni arrecati a persone o a cose derivanti dalla mancata applicazione di dette norme saranno, pertanto, imputate all'Impresa con onere di qualsiasi

responsabilità diretta o indiretta del Responsabile del Procedimento, della Direzione dei Lavori, del Responsabile della Sicurezza del Cantiere;

- il risarcimento totale di danni causati a persone o a cose, di qualsiasi natura, specie e quantità, derivanti dall'esecuzione dei lavori, anche se gli interventi sono previsti in progetto e prescritti dalla Direzione dei Lavori, ma comunque accettati dall'Impresa senza apporre riserva scritta sul registro di contabilità od altra forma;
- la riparazione o il rifacimento di qualsiasi rottura e/o il pagamento di indennizzi per danni che si dovessero verificare, anche se ordinati dalla direzione dei lavori, nell'esecuzione di scavi, di reinterri, di provviste ed in genere di tutto ciò che è necessario a dare finita l'opera: dovrà essere eseguito, prima dell'inizio e durante i lavori, da parte dei tecnici dell'Impresa, la ricerca e l'individuazione dei sottoservizi esistenti, l'indagine e la verifica statica dei terreni e di tutte le opere interessate all'esecuzione dei lavori al fine di non arrecare, sollevando al riguardo il Direttore dei Lavori da ogni responsabilità civile e penale, dei danni o deterioramenti durante lo svolgimento dei lavori stessi: l'Impresa verrà sollevata della responsabilità penale e civile solo nel caso di un precedente rifiuto scritto ad eseguire l'intervento ordinato o previsto nel progetto;
- la pulizia delle vie di accesso e di transito al cantiere;
- il passaggio, le occupazioni temporanee e il risarcimento di danni per l'abbattimento di piante, per depositi od estrazioni di materiali;
- la custodia e la buona conservazione delle opere fino al collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione;
- la custodia continua dei cantieri, materiali e mezzi d'opera, fino alla conclusione dei lavori;
- gli allacciamenti provvisori e per il consumo di acqua, dell'energia elettrica, etc., occorrenti per il funzionamento del cantiere;
- gli onorari derivanti dagli eventuali collaudi tecnici ordinati dal Responsabile del Procedimento e/o dalla Direzione dei Lavori sia per le strutture che per le opere;
- le pratiche necessarie ad ottenere particolari o speciali autorizzazioni da Enti o da Società gestori di impianti o servizi;
- l'indennizzo delle prestazioni derivanti dalla direzione tecnica dei lavori;
- l'adeguamento del cantiere in osservanza del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.

Oltre a provvedere alle assicurazioni e previdenze d'obbligo nei modi e termini di legge, rimanendo la stazione appaltante completamente estranea a tali pratiche ed ai relativi oneri rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore il soccorso ai feriti, ivi comprese le prime immediate cure di assistenza medica e farmaceutica. A garanzia di tali obblighi sulla tutela dei lavoratori si effettuerà sull'importo complessivo netto dei lavori, ad ogni stato di avanzamento una particolare ritenuta dello 0,50% (zero virgola cinquanta per cento).

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

Ogni più ampia responsabilità in caso di infortunio, ricadrà pertanto sull'Appaltatore, restandone sollevata la stazione appaltante, nonché il personale preposto alla Direzione ed alla sorveglianza. All'Impresa aggiudicataria è fatto assoluto divieto di dare qualsiasi tipo di ordine o disposizione ai cantonieri o al personale di sorveglianza dell'Amministrazione appaltante.

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

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

Qualora nonostante la cautele usate si dovessero manifestare danni alle condotte, cavi o altri servizi, l'Impresa dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade, che agli enti proprietari delle opere danneggiate ed alla Direzione dei Lavori.

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

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

Art. 33 - DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE ALL'INVARIABILITA' E ALLA REVISIONE DEI PREZZI

Salvo l'osservanza delle disposizioni di legge sulla revisione dei prezzi d'appalto che saranno in vigore all'epoca dell'esecuzione dei lavori, i prezzi unitari rimarranno fissi, invariabili ed indipendenti da qualsiasi eventualità. Tali rimarranno, in particolare, anche qualora tra la data di presentazione dell'offerta e quella di esecuzione delle opere, o di parte di esse, fossero emanate norme legislative e regolamentari, o intervenissero variazioni di qualsiasi tipo in quelle esistenti, in ordine alla consistenza da assegnare alle opere, alla qualità e al tipo di lavorazione dei materiali, alle modalità di posa, prova e collaudo o di esecuzione in genere dei lavori, alle opere provvisorie da realizzare, alle protezioni e cautele da assumere per garantire, ad ogni effetto, la sicurezza e l'igiene dei lavori, o, in linea più generale, a qualsiasi altro elemento o particolare che abbia attinenza con il magistero, le regole dell'arte, le predisposizioni, precauzioni e cautele occorrenti alla perfetta riuscita delle opere, il rispetto delle disposizioni amministrative ed ogni simile prestazione, intendendosi che gli eventuali oneri derivanti dai perfezionamenti imposti dalla legge siano espressamente remunerati con i prezzi di elenco in virtù della generale obbligazione, assunta dall'Appaltatore con il Contratto, di impiegare materiali delle migliori qualità, di eseguire opere a perfetta regola d'arte, di garantire l'igiene e la sicurezza del lavoro e quindi, in linea più generale, di impiegare i migliori mezzi indicati dalle conoscenze tecniche e di rispettare le leggi. Resta unicamente fermo il diritto dell'Appaltatore d'essere remunerato secondo le modalità previste dal contratto e dai documenti che ne fanno parte integrante, per le nuove o diverse opere che si dovessero realizzare, per maggiori dimensioni che risultassero necessarie assegnare a quelle previste, per la diversa quantità o proporzione che fossero prescritte per i materiali da impiegare, e per altri simili motivi.

Ai fini dell'eventuale revisione dei prezzi, le quote d'incidenza della mano d'opera, dei materiali, dei noli e dei trasporti e la composizione della squadra tipo sono riportate nel presente Capitolato Speciale d'appalto.

Art. 34 - DANNI DI FORZA MAGGIORE - COMPENSI IN CASO DI DANNI

I danni di forza maggiore saranno accertati con la procedura stabilita dall'art. 139 del Regolamento sui lavori pubblici (D.P.R. n. 554 del 21 dicembre '99) e dall'art. 20 del capitolato generale d'appalto (D.M.L.L.PP. n. 145 del 19 aprile 2000), avvertendo che la denuncia del danno deve essere sempre fatta per iscritto, a pena di decadenza, entro il termine perentorio di cinque giorni da quello del verificarsi del danno. Il compenso di eventuali danni cagionati da forza maggiore è limitato al solo importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione, valutati ai prezzi ed alle condizioni di contratto, con esclusione dei danni e delle perdite di materiali non ancora posti in opera, di utensili, di attrezzature di cantiere e di mezzi d'opera; nessun indennizzo è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa dell'Appaltatore o del personale delle quali esso è tenuto a rispondere.

Resta però contrattualmente convenuto che non saranno considerati come danni di forza maggiore gli scoscendimenti, le solcature, ed altri guasti che fossero fatti dalle acque di pioggia, dovendo l'Impresa provvedere a riparare tali danni a sua cura e spese.

Art. 35 - PROVE DEI MATERIALI

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

L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi.

Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Dirigente, munendosi di sigilli e firma del Direttore dei Lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità.

Art. 36 - RILEVAMENTI STATISTICI

L'Impresa avrà l'obbligo di inoltrare tempestivamente al Responsabile del Procedimento i dati statistici relativi alla mano d'opera impegnata nei lavori durante ogni mese. I dati periodici dovranno contenere:

- a) il numero delle giornate lavorative;
- b) il totale delle giornate-operaio impiegate;
- c) la media delle giornate-operaio dei giorni lavorativi b/a.

Questi dovranno pervenire alla Direzione dei Lavori e/o al Responsabile del Procedimento non oltre il secondo giorno del mese successivo; per ogni giorno di ritardo rispetto alla data fissata per l'inoltro dei dati, l'Impresa incorrerà nella penale giornaliera di €. 30,00- (euro trenta/00), pari al 10% di quella stabilita per il ritardo nell'ultimazione, salvo beninteso i più gravi provvedimenti che potranno essere adottati in analogia a quanto sancisce il Capitolato generale per le irregolarità di gestione e per le gravi inadempienze del contratto.

Art. 37 - EVENTUALI LAVORI IN ECONOMIA: REGOLAMENTO

Si considerano lavori in economia tutti quei lavori, non riportati in dettaglio nei disegni esecutivi, che risulteranno necessari, ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori e/o del Responsabile del Procedimento, per il corretto completamento, il buon esito o la funzionalità delle opere in appalto. Gli stessi potranno verificarsi solo per modesti lavori secondari, per imprevisti che non fossero suscettibili di valutazione a misura con i prezzi contemplati nel relativo elenco allegato al contratto o per quelli in cui risulti difficoltoso e/o sconsigliato provvedere alla formazione di nuovi prezzi; possono, inoltre, essere utilizzate prestazioni in economia per l'esecuzione, saltuaria, di lavori ed interventi dotati di imprevisti tecnici risultanti in fase esecutiva dell'opera e non prevedibili in fase progettuale.

Per detti lavori in economia dovranno essere destinati appositi operai, di gradimento della Direzione dei Lavori per la loro capacità tecnica nel condurre i lavori, il cui nominativo e la relativa qualifica dovranno essere comunicati per iscritto alla Direzione dei Lavori prima del loro utilizzo. Gli operai addetti ai lavori in economia non potranno in ogni caso essere distolti, anche per breve tempo, per essere adibiti ad altri lavori od in aiuto di altri operai che stanno eseguendo lavori a corpo o a misura.

Quelle opere che si dovessero eseguire parte a misura e parte in economia saranno condotte in modo che non abbia inizio il lavoro ad economia se non quando sia compiuta e misurata la parte a misura, o viceversa.

Per le opere e le somministrazioni in economia dovrà essere obbligatoriamente osservato il presente regolamento:

- non potranno essere iniziati lavori o prestazioni se non autorizzati con lettera od altro documento scritto della Direzione dei Lavori o del Responsabile del Procedimento: non saranno, in ogni caso, ammessi in contabilità prestazioni non aventi tale autorizzazione, anche se necessari per la prosecuzione dei lavori;
- il personale messo a disposizione dovrà essere idoneo e di provata capacità tecnica; la Direzione dei Lavori ha il diritto di ottenere l'allontanamento dal cantiere o la destinazione ad altre mansioni del personale non rispondente, anche in parte, ai requisiti tecnici e capacitativi richiesti;
- le attrezzature ed i macchinari di noleggio dovranno essere efficienti, idonee all'uso e non essere obsolete, in perfetto stato di utilizzazione e provvisti di tutti gli accessori necessari, pronti all'uso con il carburante, lubrificante o energia elettrica di funzionamento;
- il lavoro sarà eseguito sotto il controllo diretto e continuo di un assistente della Direzione dei Lavori, il quale emetterà il rapporto giornaliero sui lavori svolti con il tempo e il nominativo del personale e delle attrezzature impiegate nonché il materiale utilizzato; tale rapporto dovrà portare la firma del responsabile tecnico dell'Impresa per l'accettazione;
- settimanalmente la direzione lavori predisporrà la registrazione dei lavori e prestazioni in economia sui modelli prescritti, riportando tutte le notizie necessarie all'individuazione degli stessi;
- i compensi previsti saranno valutati in base a quanto stabilito dalle mercedi dell'elenco prezzi allegato al contratto, ridotti del ribasso offerto oppure il prezzo proposto dall'impresa in sede di gara d'appalto, e comprenderanno ogni spesa accessoria e l'utile dell'Impresa; in mancanza del prezzo unitario sarà applicato, con il ribasso contrattuale, quello della Camera di Commercio;
- l'Impresa dovrà presentare, per la liquidazione e la regolarità delle prestazioni, copia autentica del libro paga degli operai.

Art. 38 - LAVORI IN ECONOMIA DA ESEGUIRSI DA ALTRE DITTE

Il Responsabile del Procedimento, in accordo con il Responsabile della Sicurezza del Cantiere, si riserva il diritto e la facoltà di far eseguire durante il tempo assegnato per l'esecuzione delle opere appaltate, purché queste non vengano materialmente intralciate, anche altre opere in propria economia o a mezzo di altre Imprese.

Art. 39 - PERSONALE DELL'IMPRESA - DISCIPLINA DEI CANTIERI

L'Appaltatore dovrà provvedere alla condotta effettiva dei lavori, con personale tecnico idoneo di provata capacità ed adeguato, numericamente, alle necessità;

dovrà inoltre rispondere dell'idoneità del direttore di cantiere ed in generale di tutto il personale addetto ai medesimi.

L'Appaltatore è responsabile della disciplina e del buon ordine nel cantiere e ha l'obbligo di osservare e far osservare al proprio personale le norme di legge e di regolamento; l'Appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere stesso.

Il Direttore dei Lavori ha il diritto, previa motivata comunicazione all'Appaltatore, di esigere il cambiamento del direttore di cantiere ed in generale di tutto il personale addetto ai lavori per indisciplinazione, incapacità o grave negligenza. L'Appaltatore è in ogni modo responsabile di danni causati dall'imperizia o negligenza di detti soggetti, e risponde nei confronti dell'Amministrazione Appaltante per la malafede o la frode dei medesimi nell'impiego dei materiali o dei mezzi d'opera.

Art. 40 - SCRITTURE PER LA CONTABILITÀ DEI LAVORI

Saranno tenute, durante lo sviluppo dei lavori, le seguenti scritture amministrative contabili, oltre e ad integrazione di quelle previste dal Regolamento:

- a. Libro giornale, nel quale verranno registrate tutte le circostanze che possono interessare l'andamento dei lavori (condizioni meteo, maestranze presenti, fase di avanzamento dei lavori anche in riferimento con il programma dei lavori, date dei getti in c.a. e dei relativi disarmi, stato dei lavori affidati all'Appaltatore ed altre Ditte, etc.), le disposizioni ed osservazioni del Direttore dei Lavori o suo delegato, gli ordini di servizio, le annotazioni dell'Appaltatore, le sospensioni, riprese e proroghe dei lavori. Il libro giornale sarà tenuto e compilato da un assistente del Direttore dei Lavori con la collaborazione dell'Appaltatore e sarà verificato dal Direttore dei Lavori stesso in occasione di ciascuna visita, almeno avente cadenza ogni dieci giorni, controllando l'esattezza delle annotazioni sul giornale nonché

aggiungendo le eventuali osservazioni ed avvertenze che ritiene opportune, apponendo con la data la sua firma, di seguito all'ultima annotazione dell'assistente. Il libro giornale dovrà essere sottoscritto in ogni foglio dall'Appaltatore e dal Direttore dei Lavori; normalmente durante il corso dei lavori resterà in cantiere, in consegna all'Appaltatore.

Al termine dei lavori il libro giornale verrà ritirato dal Direttore dei Lavori che lo terrà a disposizione delle parti contraenti.

- b) Libro dei rilievi e della contabilità dei lavori, che dovrà contenere tutti gli elementi necessari per l'esatta e tempestiva contabilizzazione delle opere eseguite, con particolare riguardo a quelle che venissero occultate con il procedere dei lavori.
Tale libro dovrà essere costantemente aggiornato a cura dell'Appaltatore e sarà verificato nonché vistato dal Direttore dei Lavori o da un suo assistente; ai fini della regolare contabilizzazione delle opere ciascuna delle parti dovrà prestarsi tempestivamente alle misurazioni e verifiche in contraddittorio con l'altra parte.
- c) Bollettario delle economie, che sarà tenuto a cura dell'Appaltatore e vistato dal Direttore dei Lavori o dai suoi collaboratori.

Art. 41 - CONTO FINALE

Il conto finale dei lavori oggetto dell'appalto sarà compilato entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data di ultimazione dei lavori, risultante da apposito verbale, e trasmesso, entro lo stesso termine, all'Appaltatore per i relativi adempimenti. Sulla base dello stato finale si farà luogo al pagamento dell'ultima rata di acconto, quale che sia il suo ammontare, al netto delle ritenute.

Art. 42 - DIFETTI DI COSTRUZIONE

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore dei Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze. Se l'Appaltatore contesta l'ordine del Direttore dei Lavori, la decisione è rimessa al Responsabile del Procedimento; qualora l'Appaltatore non ottemperi all'ordine ricevuto, si procede di ufficio a quanto necessario per il rispetto del contratto.

Qualora il Direttore dei Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

Art. 43 - COLLAUDO ED INDAGINI ISPETTIVE DELLE OPERE - CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE

La collaudazione delle opere (ex art. 141 del D.Lgs. 163/06) verrà eseguita mediante il certificato di regolare esecuzione rilasciato dal Direttore dei Lavori e confermato, in contraddittorio, dal Responsabile del Procedimento (art. 208 del Regolamento sui lavori pubblici - D.P.R. n. 554 del 21 dicembre '99); tale certificato andrà a sostituire l'atto formale del collaudo e dovrà essere emesso, compatibilmente con i tempi tecnici di eventuali altri enti interessati, non oltre sei mesi dalla data di ultimazione dei lavori e sarà diretto ad accertare la rispondenza dell'opera alle prescrizioni progettuali e di contratto, a verificare la regolarità delle prestazioni, dei corrispettivi, nonché ad attestare il raggiungimento del risultato tecnico-funzionale perseguito dall'Amministrazione. Il certificato avrà carattere provvisorio ed assumerà carattere definitivo decorsi due anni dall'emissione del medesimo; decorso tale termine, il certificato si intende tacitamente approvato ancorché l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro due mesi dalla scadenza del medesimo termine.

Il pagamento della rata di saldo, disposto previa garanzia fidejussoria, deve essere effettuato non oltre il novantesimo giorno dall'emissione del certificato di regolare esecuzione e non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, comma 2, del codice civile.

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

Art. 44 - MANUTENZIONE DELLE OPERE SINO AL COLLAUDO DEFINITIVO

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la manutenzione ordinaria e straordinaria delle stesse deve essere fatta a cura e spese dell'Impresa.

Per tutto il tempo intercorrente tra l'esecuzione ed il collaudo, e salve le maggiori responsabilità sancite all'art. 1669 del codice civile, l'Impresa è quindi garante delle opere e delle forniture eseguite, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Qualora - durante e prima che tale atto assuma carattere definitivo - fossero accertati difetti, vizi o mancanze, l'Appaltatore è tenuto ad eseguire tutti i lavori e le prestazioni integrative nel modo più tempestivo, con le modalità ed i termini per eseguirle, che gli saranno prescritti dal Direttore dei Lavori e/o dal Responsabile del Procedimento, provvedendo di volta in volta, alle riparazioni resesi necessarie; in caso contrario si procederà d'ufficio e verranno applicate congrue riduzioni di prezzo e l'applicazione di addebiti a carico dell'Appaltatore.

Art. 45 - RESCSSIONE DEL CONTRATTO

La Stazione appaltante si riserva la facoltà di rescindere il contratto nei casi e con le modalità e conseguenze indicati dall'art. 134 del D.Lgs. 163/06.

Nel caso in cui la rescissione del contratto avvenga per colpa dell'Impresa per grave ritardo nella condotta dei lavori o per mancato rispetto del crono programma esecutivo o per difetti nell'esecuzione dei lavori (artt. 135-136-137-138 del D.Lgs. 163/06), ogni maggior costo, comprese tutte le spese per gli atti conseguenti, resta comunque a carico dell'Impresa.

In caso di rescissione del contratto, la Stazione appaltante, nel termine non superiore ai 20 (venti) giorni, procederà alla ricognizione dei lavori eseguiti regolarmente, li accetterà in consegna unitamente ai materiali utili esistenti in cantiere, facendo quindi decorrere dalla data della presa in consegna i termini di garanzia collaudi, crediti e saldi.

Art. 46 - FUSIONI E CONFERIMENTI

La cessione di azienda e gli atti di trasformazione, fusione e scissione relativi all'Impresa esecutrice dei lavori (art. 116 del D.Lgs. 163/06), non produrranno singolarmente effetto nei confronti dell'Amministrazione aggiudicatrice fino a che il cessionario, ovvero il soggetto risultante dall'avvenuta trasformazione, fusione o scissione, non abbia proceduto nei confronti di essa alle comunicazioni previste dall'art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri dell'11 maggio '91, n. 187, e non abbia documentato il possesso dei requisiti di cui all'art. 40 del D.Lgs. 163/06.

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

Fermo restando le ulteriori previsioni legislative vigenti in tema di prevenzione della delinquenza di tipo mafioso e di altre gravi forme di manifestazione di pericolosità sociale, decorsi i sessanta giorni senza che sia intervenuta opposizione, gli atti di cui all'art. 116, comma 1, del D.Lgs. 163/06 produrranno, nei confronti delle Amministrazioni aggiudicatrici, tutti gli effetti loro attribuiti dalla legge.

Le disposizioni del presente articolo si applicheranno anche nei casi di trasferimento o di affitto di aziende, secondo quanto previsto dall'art. 116 del D.Lgs 163/06.

Art. 47 - SOSPENSIONE DEI LAVORI PER PERICOLO GRAVE O PER MANCANZA DEI REQUISITI DI SICUREZZA

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

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

Art. 48 - ECCEZIONI DELL'APPALTATORE

Se l'Appaltatore dovesse ritenere che le disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori mediante ordini di servizio siano difformi dai patti contrattuali o che le modalità di esecuzione dei lavori e gli oneri connessi all'esecuzione siano più gravosi di quelli previsti dal presente Capitolato Speciale o dal Computo Metrico Estimativo progettuale, tali da chiedere, a suo parere, la corresponsione di un particolare compenso oppure delle contestazioni in genere, egli, prima di dar corso all'ordine di servizio con il quale i lavori sono stati disposti, dovrà sottoporre le proprie eccezioni e/o riserve nei modi prescritti dalla vigente normativa (art. 137 del Regolamento sui lavori pubblici del 21 dicembre '99, n. 554). Poiché tale norma ha lo scopo di non esporre l'Amministrazione ad oneri imprevisi, resta contrattualmente stabilito che non saranno accolte richieste postume e che le eventuali riserve si intenderanno, di diritto e di fatto, prive di qualsiasi efficacia.

Art. 49 - FORMA E CONTENUTO DELLE RISERVE

L'appaltatore è sempre tenuto ad uniformarsi alle disposizioni del Direttore dei lavori, senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili.

Le riserve devono essere iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'appaltatore. In ogni caso, sempre a pena di decadenza, le riserve devono essere iscritte anche nel registro di contabilità con le modalità di cui all'art. 165 del DPR 21 dicembre 1999, n. 554, successivamente al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole. Le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate.

Le riserve devono essere formulate in modo specifico ed indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'appaltatore ritiene gli siano dovute; qualora l'esplicazione e la quantificazione non siano possibili al momento della formulazione della riserva, l'appaltatore ha l'onere di provvedervi, sempre a pena di decadenza, entro il termine di quindici giorni fissato dall'art. 165, comma 3, del DPR 21 dicembre 1999, n. 554.

La quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

Art. 50 - DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE

La competenza a conoscere eventuali controversie derivanti dal contratto d'appalto spetterà, ai sensi dell'art. 20 del Codice di procedura civile, al giudice ordinario del luogo dove il contratto è stato stipulato, escludendo in ogni caso il ricorso alla camera arbitrale (ex art. 239 del D.Lgs 163/06).

Art. 51 - TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI

Ai fini e per gli effetti della legge 675/96, la Stazione appaltante si riserva il diritto di inserire il nominativo dell'Impresa appaltatrice nell'elenco dei propri clienti ai fini dello svolgimento dei futuri rapporti contrattuali e commerciali, in base all'art. 12, comma 1, della citata legge. L'Appaltatore potrà, comunque, in ogni momento esercitare i diritti previsti nel successivo art. 13 della legge e, in particolare, potrà chiedere la modifica e/o la cancellazione dei propri dati.

Art. 52 - RISERVATEZZA DEL CONTRATTO

Il Contratto, come pure i suoi allegati, devono essere considerati riservati fra le parti. Ogni informazione o documento che divenga noto in conseguenza od in occasione dell'esecuzione del Contratto, non potrà essere rivelato a terzi senza il preventivo accordo fra le parti. In particolare l'Appaltatore non può divulgare notizie, disegni e fotografie riguardanti le opere oggetto dell'Appalto né autorizzare terzi a farlo.

Art. 53 - DIFESA AMBIENTALE

L'Appaltatore dovrà ritenersi impegnato, nel corso dello svolgimento dei lavori, a salvaguardare l'integrità dell'ambiente, rispettando le norme attualmente vigenti in materia ed adattando tutte le precauzioni possibili per evitare danni di ogni genere.

In particolare, nell'esecuzione delle opere, dovrà provvedere a:

- evitare l'inquinamento delle falde e delle acque superficiali;
- effettuare lo scarico dei materiali solamente nelle discariche autorizzate;
- segnalare tempestivamente Responsabile del Procedimento ed al Direttore dei Lavori il ritrovamento, nel corso dei lavori di scavo, di opere sotterranee che possano provocare rischi di inquinamento o materiali contaminati.

CAPITOLO II

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI MODO DI ESECUZIONE DELLE VARIE CATEGORIE DI LAVORI

Art. 54 - QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, rispondenti alle norme del D.P.R. 21/4/1993, n. 246 (Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE) sui prodotti da costruzione, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato speciale o degli altri atti contrattuali.

Dove non si preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme U.N.I., le norme C.E.I., le norme C.N.R. e le norme stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto dell'ANAS, le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di richiedere la presentazione del campionario di quei materiali che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che siano approvvigionati in cantiere.

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

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

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

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

Le opere saranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione del Responsabile del Procedimento, o dalle disposizioni che saranno ordinate volta a volta dalla Direzione dei Lavori; resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'utilizzo, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale finito rientri nelle successive prescrizioni di accettazione; la loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione dei Lavori.

Tutte le seguenti prescrizioni tecniche valgono salvo diversa o ulteriore indicazione più restrittiva espressa nell'elenco prezzi di ogni singola lavorazione, oppure riportate sugli altri elaborati progettuali.

Le aziende produttrici di tutti i materiali dovranno essere altresì certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità ISO 9001/CEN 29001 o ISO 9002/CEN 29002; l'Appaltatore ha l'obbligo di presentare dette certificazioni a semplice richiesta della Direzione dei Lavori; in particolare i materiali dovranno garantire le seguenti caratteristiche:

- 1) Acqua - L'acqua dovrà essere dolce, limpida e scevra da materie terrose, esente da cloruri e da solfati, non aggressiva o inquinata da materie organiche e comunque dannose all'uso cui l'acqua medesima è destinata.
- 2) Calci aeree. - Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. In base alla legge 16 novembre 1939, n. 2231, "Norme per l'accettazione delle calci", capo I, le calci aeree si dividono in:
 - calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;
 - calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a);
 - calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di MgO .

Per le calci aeree devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CALCI AEREE		Contenuto in $CaO + MgO$	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle		94%		
Calce magra in zolle		94%		
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	91%	3%	6%
	Calce idrata da costruzione	82%	3%	6%

e devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI AEREE	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie/cm ²	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm ²	Prova di stabilità di volume
Calce grassa in zolle	2,5 m ³ /tonn.			
Calce magra in zolle	1,5 m ³ /tonn.			
Calce idrata in polvere	fiore di calce	1%	5%	s
	calce da costruzione	2%	15%	sì

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere recente, perfetta e di cottura uniforme, non bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi. Infine sarà di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.

La calce viva in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; non sarà usata quella ridotta in polvere o sfiorita: si dovrà quindi preparare la calce viva nella quantità necessaria e conservarla in luoghi asciutti ed al riparo dall'umidità.

Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature da almeno 15 giorni. L'estinzione delle calci aeree in zolle sarà eseguita a bagnolo o con altro sistema idoneo, ma mai a getto.

3) Calci idrauliche e cementi - Le calci idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori.

Per le calci idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

CALCI IDRAULICHE	Perdita al fuoco	Contenuto in MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in MnO	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5%	10%			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5%	10%	1,5%		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5%	5%			5%	2,5%

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità del volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 Kg/cm ²	10 Kg/cm ²	si
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 Kg/cm ²	100 Kg/cm ²	si
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 Kg/cm ²	100 Kg/cm ²	si
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 Kg/cm ²	100 Kg/cm ²	si

E' ammesso un contenuto di MgO superiore ai limiti purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

- lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm² un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cm² un residuo inferiore al 20%;
- iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.

Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:

- inizio presa: non prima di un'ora;
- termine presa: non dopo 48 ore.

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla legge 26 maggio 1965 n. 595 e al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni. Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197.

Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

A. - Cementi:

- Cemento portland: prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o
- anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione;
- Cemento pozzolanico: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;
- Cemento d'alto forno: miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

B - Cemento alluminoso: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

C - Cementi per sbarramenti di ritenuta: cementi normali, di cui alla lettera A, i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363;

D - Agglomeranti cementizi: per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali; essi si dividono in agglomerati cementizi:

- a lenta presa;
- a rapida presa.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331).

In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari.

Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità.

L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg. per mc. di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg. per mc.

In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.

Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi.

I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. - I.C.I.T.E. del "Servizio di controllo e certificazione dei cementi", allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).

I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5%:

CEMENTI	Resistenza a flessione (Kg/cm2):				Resistenza a compressione (Kg/cm2):				
	Dopo 24 ore	Dopo 3 giorni	Dopo 7 giorni	Dopo 28 giorni	Dopo 24 ore	Dopo 3 giorni	Dopo 7 giorni	Dopo 28 giorni	Dopo 90 giorni
- Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
- Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-
- Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-
PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI		perdita al fuoco	residuo insolubile	saggio di pozzolanicità
Portland	Normale	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	---
Pozzolanico	Normale	< 7	< 16	risultato positivo
	Ad alta resistenza	< 7	< 16	risultato positivo
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 7	< 16	risultato positivo
D'altoforno	Normale	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	---
CEMENTO ALLUMINOSO	Normale	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	---
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		-	-	---

I cementi devono, inoltre, soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI		contenuto di SO ₃	contenuto di MgO	Contenuto di zolfo da solfuri	contenuto di Al ₂ O ₃
Portland	Normale	< 3.5	< 4	---	---
	Ad alta resistenza	< 4	< 4	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 4	< 4	---	---
Pozzolanico	Normale	< 3.5	< 3*	---	---
	Ad alta resistenza	< 4	< 3*	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 4	< 3*	---	---
D'altoforno	Normale	< 3.5	< 7**	< 2	---
	Ad alta resistenza	< 4	< 7**	< 2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 4	< 7**	< 2	---
CEMENTO ALLUMINOSO	Normale	< 3	< 3	< 2	< 35
	Ad alta resistenza	< 3	< 3	< 2	< 35
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 3	< 3	< 2	< 35
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		< 3.5	< 4	---	---

[*] Solubile in HC1

[**] E' ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di MgO superiore al 7%, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2°). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.

I cementi d'altoforno contenenti più del 7% di MgO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50%. Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
CEMENTO ALLUMINOSO	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A LENTA PRE	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
AGGLOMERATI CEMENTIZI A RAPIDA PRESA	almeno un minuto	al più 30 minuti

Il D.M. 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e d.m. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland compositi	
Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM II/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM IV/A; CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T)	

Cemento Portland composito (CEM II/B-M)	Cemento d'altoforno [*] - Cemento pozzolanico [*] Cemento Portland [*]
Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B)	Cemento d'altoforno [*] - Cemento pozzolanico [*]

[*] In funzione della composizione del cemento.

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968.

I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calce idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo; lo stesso deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante.

Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata. Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.

Le calce idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

4) - Gesso - Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea; il gesso dovrà essere conservato in locali coperti e ben riparati dall'umidità.

Il gesso, confezionato in sacchi, dovrà essere sempre, sia all'atto della fornitura che al momento dell'impiego, asciutto ed in perfetto stato di conservazione; nei sacchi dovranno essere riportati il nominativo del produttore, la qualità ed il peso del prodotto.

5) - Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni.

Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.

Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.

Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10%.

	Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.	Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.	Composizione della malta normale
POZZOLANE ENERGICHE	5 Kg/cm ²	25 Kg/cm ²	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm. 7 l'ago di Vicat del peso di kg. 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm. 30.
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 Kg/cm ²	12 Kg/cm ²	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm. 10 l'ago di Vicat del peso di kg. 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di mm. 30.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare 5 mm.

6) - Idrofughi, idrorepellenti, additivi - Gli idrofughi, gli idrorepellenti e gli additivi per impasti dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti e avere i seguenti requisiti:

a) Idrofughi - Gli idrofughi dovranno conferire efficace e duratura idrorepellenza alle malte o agli impasti senza alterarne negativamente le qualità fisico- meccaniche, mantenendo inalterati i colori degli stessi e non alterando la potabilità delle acque nel caso di intonaci o muri a contatto di acqua potabile; dovranno essere approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione della ditta produttrice, del tipo e del modo di impiego.

b) Idrorepellenti - Gli idrorepellenti dovranno conferire efficace e duratura idrorepellenza ai materiali sui quali verranno applicati senza alterarne le proprietà, l'aspetto ed il colore e dovranno essere perfettamente trasparenti ed inalterabili agli agenti atmosferici ed agli sbalzi di temperatura; dovranno essere approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione della ditta produttrice, del tipo e modo di impiego.

c) Additivi - Gli additivi per malte e calcestruzzi, classificati in fluidificanti, aeranti, acceleranti, ritardanti, antigelo, etc., dovranno migliorare a seconda del tipo le caratteristiche di lavorabilità, resistenza, impermeabilità, adesione, durabilità, etc., e dovranno essere conformi anche alle prescrizioni di cui al punto 5 dell'Allegato 1 del D.M. 19 del 4 gennaio '96; dovranno essere approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione della ditta produttrice, del tipo e del modo di impiego.

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

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione (composizione per 1 mc. di malta) delle malte dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

Malta comune	Calce aerea (m ³)	Sabbia (m ³)
Magra per murature	0,32	0,96
Grassa per murature	0,36	0,90

Per opere di rifinitura	0,43	0,86
Per intonaci (interni)	0,50	0,75

<i>Malta di calce idraulica</i>	Calce idraulica (kg)	Sabbia (m3)
Magra per murature	324	1,08
Grassa per murature	412	1,03
Per opere di rifinitura	450	1,00
Per intonaci	528	0,96

<i>Malta cementizia</i>	Cemento Portland (kg)	Sabbia (m3)
Magra per murature	364	1.04
Grassa per murature	400	1.00
Per opere di rifinitura	475	0.95
Per intonaci	540	0.90

<i>Malta pozzolanica</i>	Pozzolana (m3)	Calce spenta (m3)
Per muri a sacco, malta grossa	1.10	0.22
Per murature, malta media	1.05	0.26
Per murature di mattoni, malta fina	1.00	0.33
Per intonaci, malta fina	1.05	0.15

(composizione per 1 m3 di sabbia)

<i>Malta bastarda</i>	Cemento Portland (Kg)	Malta idraulica (Kg)
Malta media	100	300
Malta energica	200	200

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

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

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

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

8) - Materiali inerti per rilevati - I materiali da impiegare per i rilevati dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi punti descrittivi; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e sul mercato. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. I materiali inerti per rilevati, anche quelli prodotti da processi di recupero industriale o riciclati provenienti da una delle operazioni di recupero di cui all'allegato C del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 "Attuazione delle direttive 91/156 CEE sui rifiuti, 91/689 CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62 CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio", saranno provenienti da località, processi o cave che l'appaltatore riterrà di sua convenienza, purché corrispondano ai requisiti previsti. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'appaltatore resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. L'appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni ai Laboratori fiduciari che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori, nonché per le relative prove ed analisi.

Tali materiali dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle corrispondenti norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" del CNR B.U. n. 139/92 e alla classificazione delle terre C.N.R. - U.N.I. 10006-63. La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate, se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante verbale di servizio scritto; è categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costruzione dei rilevati.

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

Le ghiaie e i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.

In linea di massima, per quanto concerne la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie nei calcestruzzi questi dovranno essere da 40 a 71 mm. (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello 71 U.N.I., n. 2334) per lavori correnti, da 40 a 60 mm. (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello da 60 U.N.I., n. 2334) per strutture portanti, da 25 a 40 mm. (trattenuti dal crivello 25 U.N.I. e passanti da quello 40 U.N.I., n. 2334) per strutture portanti di limitato spessore.

La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà, oltre ad essere definita con i criteri dell'allegato 1 del D.M. 3 giugno '68 e nell'allegato 1, punto 2, del D.M. 9 gennaio '96, essere assolutamente scevra da materie terrose, organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee. L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati dal citato D.M. 3 giugno '68 e successive modifiche; in base a questo, la sabbia normale è una sabbia silicea, composta, a granuli tondeggianti, di origine naturale, la cui distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso granulometrico individuato dalla tabella seguente:

Designazione della tela	Luce netta (mm.)	Residuo cumulativo (% peso)
2,00 UNI 2331	2,00	0
1,70 UNI 2331	1,70	5
1,00 UNI 2331	1,00	33

0,50 UNI 2331	0,50	67
0,15 UNI 2331	0,15	88
0,08 UNI 2331	0,08	98

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro. Le ghiaie da impiegarsi per la formazione di sottofondi e massicciate stradali dovranno essere costituite da elementi omogenei e da rocce, di tipo costante e di natura consimili tra loro, derivanti da detrito o tout-venant di cava e/o di frantoio oppure dalla spezzatura di rocce o calcari puri durissimi, appartenenti esclusivamente ai gruppi A1, A2-3, A2-4, A3, della classificazione UNI CNR n. 10006, aventi indici di gruppo uguale a 0, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite da incrostazioni. Il pietrisco, il pietrischetto e la graniglia, a seconda dell'uso, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse in modo assoluto le rocce marnose.

Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività. Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi di terreni (tout-venant), nonché da ghiaie, ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea. I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi, dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Il detrito di cava o tout-venant di cava e/o di fiume dovrà essere non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, ma plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico si dovrà avere un assortimento in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 10 cm. per utilizzazione in strati inferiori di massicciate e di 6 cm. negli strati superiori o terminali. I materiali da impiegarsi per la formazione di conglomerati bituminosi stradali dovranno essere costituiti da elementi sani e tenaci, privi di elementi alterati, essere puliti, praticamente esenti da materie eterogenee e soddisfare i requisiti riportati nelle corrispondenti norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" del CNR B.U. n. 139/92; inoltre potranno essere accettati materiali inerti speciali provenienti da lavorazione di scorie di acciaieria. In particolare, l'additivo minerale "filler" potrà essere costituito da cemento Portland (R 32.5 o R 42.5) o cemento crudo o calce idrata o carbonato di calcio o polvere calcarea di frantoio a struttura amorfa, comunque rispondenti alle prescrizioni indicate nelle Norme del CNR con esclusione di qualsiasi altro tipo di polvere minerale. Agli stessi effetti, il cosiddetto "filler di recupero" (costituito dalla polvere eventualmente presente negli aggregati e proveniente dal materiale aspirato e raccolto dai cicloni o filtri dell'impianto produzione durante il passaggio degli inerti nel cilindro essiccatore) non potrà essere considerato valido, a meno che si tratti di polvere, pulita ed esente da materiali estranei, rispondente alle prescrizioni indicate nelle Norme del CNR e salvo comunque l'approvazione della Direzione dei Lavori.

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

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione di agenti atmosferici e dell'acqua corrente. Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità. I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, breccie, vene, spaccature, nodi, peli od altri difetti che ne infirmo la omogeneità e la solidità; non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.

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

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento non inferiore a quella indicata, per la categoria adottata, alle norme UNI vigenti (UNI 5632 - 5967 - 5630 - 5628 - 5629).

I laterizi da impiegarsi nelle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche dovranno rispondere alle caratteristiche di cui all'allegato 7 del D.M. 9/1996.

Per individuare le caratteristiche di resistenza degli elementi artificiali pieni e semipieni si farà riferimento al D.M. Min. LL.PP. 20/11/1987.

I termolaterizi dovranno essere microporizzati, di forma a "T", con percentuale massima di foratura inferiore al 40%, con 9 camere d'aria su di uno spessore di 17 cm.; il coefficiente di conduttività unitario dovrà essere non superiore a 0.276 Kcal/h m °C su materiale umido e la resistenza meccanica alla compressione in direzione dell'asse dei fori dovrà assolutamente essere non inferiore a 130 Kg/cm².

I blocchi forati in argilla espansa ed i relativi pezzi speciali dovranno essere confezionati con 150-180 Kg. di cemento tipo "425" per m³ di argilla espansa, additivati con prodotti idrorepellenti nella massa, risultare stagionati, prodotti da aziende conosciute per la loro capacità ed esperienza e, inoltre, contenere degli ossidi coloranti nella quantità e tonalità previste dalla Direzione dei Lavori.

Le tegole piane e curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme: appoggiate su due regoli posti a mm. 20 dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare, sia un carico graduale concentrato nel mezzo di Kg. 120, sia l'urto di una palla in ghisa del peso di 1 Kg. cadente dall'altezza di 20 cm. Sotto un carico di 50 mm. d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili; dovranno altresì essere conformi alle norme UNI vigenti (UNI 2619 - 2620 - 2621).

Le tegole piane infine non devono presentare difetto alcuno nel nasello; dovranno corrispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233, e D.M. 26 marzo 1980.

Le tavole ed i tavelloni dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti (UNI 2105 - 2106 - 2107).

Le pianelle potranno essere trafilate o pressate, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, e dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti (UNI 2622).

12) - Pali per fondazioni - I pali per eventuali fondazioni dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

a- pali di legno: le palificate in legno dovranno essere eseguite con pali di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, pino rosso, ontano, castagno) scortecciati, ben diritti, di taglio fresco, conguagliati alla superficie ed esenti da carie; il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza; la parte inferiore del palo sarà sagomata a punta e, ove prescritto, munita di cuspidi in ferro, con o senza punta d'acciaio, secondo campione che la Direzione dei Lavori avrà approvato;

b- pali prefabbricati in c.a.: dovranno essere rispondenti a quanto previsto dai D.M. 21 gennaio '81 e 11 marzo '88; la Direzione dei Lavori darà il benestare al tipo e lunghezza dei pali da adottare, solo dopo l'infissione di uno o più pali di saggio, allo scopo di determinare la capacità portante.

13) - Materiali metallici - I materiali metallici da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili; dovranno presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

a) Ferro comune - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa; dovrà essere malleabile,

liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.

b) Profilati, barre, piatti di uso generale - L'acciaio profilato e laminato di uso generale dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra.

Alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulata ed aspetto sericeo.

c) Acciai per cementi armati - Gli acciai per cemento armato, sia in barre tonde lisce che ad aderenza migliorata che in rete elettrosaldata, dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al punto 2.2 ed agli Allegati 4 - 5 - 6 del D.M. 9 gennaio '96.

d) Acciaio da cemento armato precompresso - Le prescrizioni del D.M. 9 gennaio '96 si riferiscono agli acciai per armature da precompressione forniti sotto forma di:

- *Filo*: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- *Barra*: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
- *Treccia*: gruppi di 2 e 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;
- *Trefolo*: gruppi di fili avvolti ad elica in uno o più strati intorno ad un filo rettilineo disposto secondo l'asse longitudinale dell'insieme e completamente ricoperto dagli strati. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere lisci, ondulati, con impronte, tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente

riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'uso di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese. Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

e) Acciai per strutture metalliche - Gli acciai per strutture metalliche, laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere e profilati dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui alla parte quarta del D.M. 9 gennaio '96.

f) Acciai inossidabili - Gli acciai inossidabili dovranno contenere al minimo il 12% di Cromo degli elementi in lega, essere resistenti alla corrosione, lavorabile a freddo; in considerazione dell'impiego, il tipo unificato da usarsi sarà prevalentemente AISI 304 (UNI X Cr Ni 1810 austenitico).

g) 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 lamellare o ghisa sferoidale secondo la norma UNI 4544, realizzati secondo norme UNI EN 124 di classe adeguata al luogo di utilizzo.

h) Rame - Il rame dovrà essere eminentemente malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere del tipo Cu 99.8 secondo le Norme UNI 5649/65.

i) Alluminio - L'alluminio dovrà essere molto malleabile e duttile, lavorabile prevalentemente a freddo, e non presentare screpolature; la lega prevalentemente impiegata dovrà essere quella secondo le Norme UNI 3546/66, bonificata;

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

14) - Tubi prefabbricati in calcestruzzo - I tubi in cemento potranno essere richiesti del tipo:

a - tubi in calcestruzzo di cemento semplice: Dovranno essere realizzati con conglomerato di cemento tipo 425 con resistenza caratteristica R' t 350 Kg/cm² e con inerti allo stato sciolto. Dovranno essere confezionati in stabilimenti specializzati con procedimento industriale controllato ed avere le estremità sagomate ad incastro semplice per l'innesto tra loro; a seconda delle varie utilizzazioni, potranno essere richiesti con giunto a borchiere cilindrico con guarnizioni in gomma o in neoprene e, inoltre, con base piana del tipo secondo le prescrizioni previste dalle norme DIN 4032.

I tubi in calcestruzzo di cemento semplice dovranno, inoltre, avere e sottostare ai carichi indicati per ciascun tipo, secondo la seguente tabella:

diametro (cm.)	spessore minimo (cm.)	carico (q.li/ml.)
10	3.00	6
20	3.50	6
30	4.00	6
40	4.50	10
50	5.50	10
60	6.50	15
70	7.50	15
80	8.00	15
90	9.00	15
100	10.00	20

La prova di verifica di resistenza meccanica verrà eseguita caricando il tubo per mezzo di un idoneo ripartitore di carico regolabile collocato sul vertice, lungo la generatrice superiore. Si definisce come resistenza allo schiacciamento il valore di carico raggiunto quando, a pressione crescente, l'indicatore non sale più. Sotto il profilo costruttivo, i tubi dovranno essere confezionati con conglomerato di caratteristiche uniformi, avere superfici interne lisce con estremità piene e a spigoli vivi; le armature previste dovranno essere opportunamente calcolate e poste in opera secondo le norme vigenti in materia. In ogni caso, al momento della consegna delle tubazioni, dovranno essere allegate le certificazioni delle prove e delle caratteristiche proprie dei materiali impiegati rilasciate da un laboratorio ufficiale o da un Istituto specializzato.

b - tubi in calcestruzzo armato: I tubi in calcestruzzo di cemento armato potranno essere di tipo turbocentrifugato oppure di tipo vibrocompresso; per tubi turbocentrifugati si intendono quelli realizzati a mezzo di una cassaforma metallica contro la quale il conglomerato cementizio viene costipato a mezzo di mandrino cilindrico rotante, mentre per tubi vibrocompressi si intendono quelli realizzati con una doppia cassaforma fissa nella quale il calcestruzzo viene costipato per mezzo di apparecchiature vibranti. Dovranno essere realizzati con un getto monolitico di calcestruzzo con caratteristiche uniformi, avere superfici interne lisce ed estremità con la fronte perpendicolare all'asse del tubo. Il legante dovrà essere costituito da cemento tipo 425 e il conglomerato non dovrà avere resistenza caratteristica R'ck t 350 Kg/cm² utilizzando inerti allo stato sciolto. Le armature saranno costituite da tondino in acciaio ad alta resistenza, le cui dimensioni dovranno risultare dai calcoli statici tenendo conto anche della profondità di posa; il tondino sarà avvolto in semplice o doppia spirale (con passo compreso tra i 10+15 cm.) e

saldato elettricamente alle barre longitudinali, di numero e diametro sufficiente a costituire una gabbia resistente non soggetta a deformazioni durante la fabbricazione; viene prescritta la doppia gabbia per spessori superiori ai 15 cm. Il tondino di armamento, sia in barre tonde lisce che ad aderenza migliorata, dovrà essere conforme alle prescrizioni di cui al punto 2.2 ed agli Allegati 4 - 5 - 6 del D.M. 9 gennaio '96. Le armature dovranno essere coperte da almeno 2 cm. di calcestruzzo all'esterno e da 4 cm. all'interno (compatibilmente con lo spessore del tubo) ed in ogni caso non meno di 2 cm. Le generatrici del tubo potranno allontanarsi dalla linea retta non più di 3 mm. per ogni metro di lunghezza, per i tubi del diametro fino a 600 mm., e non più di 5 mm. per ogni metro di lunghezza per i tubi con diametro oltre i 600 mm.

Non sono ammessi tubi con segni di danneggiamenti che possano diminuire la loro possibilità di utilizzazione, ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata, nonché la sicurezza dei ferri contro la ruggine od altre aggressioni. In ogni caso, al momento della consegna delle tubazioni, dovranno essere allegate le certificazioni delle prove e delle caratteristiche proprie dei materiali impiegati rilasciate da un laboratorio ufficiale o da un Istituto specializzato.

15) - Bitumi; Bitumi liquidi; Bitumi modificati; Emulsioni bituminose normali e modificate; Catrami Bitumi semisolidi stradali - Dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dal CNR: rispettivamente nelle "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali" Boll. Uff. n. 68/78 e "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" Fascicolo N. 3 - Ed. 1958 (per le emulsioni anioniche, cosiddette "basiche"), ovvero "Specifiche SITEB e metodi di prova per le emulsioni bituminose cationiche", 6a edizione 6/6/1977 (per le emulsioni cosiddette "acide"), e successivi aggiornamenti.

Impastati e conglomerati, dovranno essere miscelati secondo le prescrizioni che verranno di volta in volta stabilite dalla Direzione dei Lavori; in particolare:

a) **BITUMI LIQUIDI:** Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali" di cui al fascicolo n. 7 del C.N.R., edizione 1957.

Caratteristiche	B 40/50	B 50/70	B 80/100	B 130/150	B 180/220
Penetrazione a 25 °C [dmm]	oltre 40 fino a 50	oltre 50 fino a 70	oltre 80 fino a 100	oltre 130 fino a 150	oltre 180 fino a 220
Punto di rammollimento (palla-anello) [°C]	51/60	47/56	44/49	40/45	35/42
Punto di rottura Fraas [max ° C]	-6	-7	-10	-12	-14
Duttilità a 25 °C [min cm]	70	80	100	100	100
Solubilità in CS ₂ [min %]	99	99	99	99	99
Volatilità max : a 163 °C a 200 °C	-- 0,5	-- 0,5	0,5 --	1 --	1 --
Penetrazione a 25 °C del residuo della prova di volatilità: valore min espresso in % di quello del bitume originario	60	60	60	60	60
Punto di rottura max del residuo della prova di volatilità [°C]	-4	-5	-7	-9	-11
Percentuale max in peso di paraffina	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25 °C	1,00÷1,10	1,00÷1,10	1,00÷1,07	1,00÷1,07	1,00÷1,07

b) BITUMI LIQUIDI SEMISOLIDI PER USI STRADALI

CARATTERISTICA	Unità di misura	Tipo bitume				
		B40/50	B50/70	B 70/100	B 130/150	B 180/200
Penetrazione a 25°C	dmm	40-50	50-70	70-100	130-150	180-200
Punto di rammollimento(palla- anello)	°C	51-60	47-56	44-49	40-45	35-42
Punto di rottura massimo	°C	- 6	- 7	-10	-12	-14
Duttilità a 25°C, minima	cm	70	80	100	100	100
Solubilità in solv. organici, minima	%	99	99	99	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità): a 63°C, massima	%	-	-	0.5	1	1
Perdita per riscaldamento(volatilità): a 200°C, massima	%	0.5	0.5	-	-	-
Penetrazione a 25°C del residuo della prova di volatilità: valore espresso in percentuale di quello del bitume originario	%60	60	60	60	60	60
Punto di rottura del residuo della prova di volatilità, massimo	°C	-4	-5	-7	-9	-11
Contenuto di paraffina, massimo	%	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Densità a 25/25 °C	gr/cc	1-1.10	1-1.10	1-1.07	1-1.07	1-1.07

Nella presente norma viene applicato il Sistema Internazionale di unità (SI) vedere Norma CNR-UNI 10003/74; lo stesso numero che esprime il peso nel Sistema prima in uso, esprime anche la massa nel Sistema SI.

c) BITUMI MODIFICATI HARD E SOFT

Classi di riferimento		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Norma di riferimento
Tipo	UM	10/30-70	30/50-65	50/70-65	50/70-60	
Penetrazione a 25°C	dmm	10/30	30/50	50/70	50/70	CNR 24/71
Punto di rammollimento P - A	° C	> 70	> 65	> 65	> 60	CNR 35/73
Punto di rottura Fraass	°C	<- 6	<- 8	>-15	<-12	CNR 43/72
Viscosità dinamica 160°C	mPa·s	> 600	> 400	> 400	> 250	ASTM D 4402
Ritorno elastico a 25°C	%	> 50	> 50	> 75	> 50	DIN 52013
Stabilità allo stoccaggio di pen. (dmm) e P-A	°C	< 5	< 5	< 5	< 5	EN 133r99
Invecchiamento (RTFOT) (variazione di P-A in C)	°C	+/- 5	+/- 5	+/- 5	+/- 5	CNR 54/77
Invecchiamento (RTFOT) (Penetrazione residua %)	%	>60	>60	>60	>60	CNR 54/77

Applicazioni tipiche suggerite - Tipologia di strade e condizioni di traffico valide per condizioni climatiche normali nell'area mediterranea

- Classe 1 :pavimentazioni ad alto modulo in conglomerato bituminoso per strati di base e collegamento b+nder per strade extraurbane principali e secondarie, piazzali di interporti e vari, con traffico molto pesante e lento.
- Classe 2 :come Classe 1 e per conglomerati chiusi in strade urbane ed extraurbane principali e secondarie, con traffico medio e pesante.
- Classe 3 :strati di usura drenanti, antiskid, splittmastix, strati ultrasottili, conglomerati chiusi ad alte prestazioni, per strade extraurbane di scorrimento con traffico medio e veloce.
- Classe 4 :conglomerati tradizionali migliorati, conglomerati aperti, conglomerati antiskid, splittmastix, per strade urbane, extraurbane principali e secondarie, con traffico medio veloce.

d) EMULSIONI BITUMINOSE

Emulsioni anioniche (basiche): Debbono soddisfare alle "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali" di cui al fascicolo n. 3 del C.N.R., ultima edizione 1958.

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

Prove di accettazione		Metodi di prova	A rapida rottura		A media velocità di rottura		A lenta rottura	
			ECR 55	ECR 65	ECM 60	ECM 65	ECL 55	ECL 60
Composizione:								
a	Contenuto d'acqua, % in peso	CNR fasc. 3 art. 19	max 45	max 35	max 40	max 35	max 45	max 40
b	Contenuto di legante (bitume +flussante), % in peso	100 - a	min 55	min 65	min 60	min 65	min 55	min 60
c	Contenuto di bitume (residuo della distillazione), % in peso	ASTM D 244-72	min 53	min 62	min 54	min 55	min 55	min 60
d	Contenuto di flussante, % in peso	b - c	max 2	max 3	max 6	max 10	0	0
Caratteristiche:								
e	Velocità di rottura: demulsività, % peso adesione, % rivestimenti aggregati acidi o basici: Asciutti, % Umidi, % impasto con cemento o con polvere silicea, g	ASTM D 244-72 LCPC ASTM D 244-72 ASTM D 244 72/SFERB -76	> 40 > 90	> 40 > 90	-- --	-- --	-- --	-- --
f	Trattenuto al setaccio ASTM n. 20, % in peso	ASTM D 244-72	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 0,2	max 2 max 0,2	max 2 max 0,2
g	Sedimentazione a 5 giorni, % in peso	ASTM D 244-72	max 10	max 5	max 5	max 5	max 5	max 5
h	Viscosità Engler a 20 °C, °E	IP 212/66	3-10	8-25	5-12	7-15	3-10	5-12
i	Carica delle particelle	ASTM D 244-72	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva	positiva
Caratteristiche del bitume estratto (residuo della distillazione):								
l	Penetrazione a 25°C, dmm	CNR BU 24	max 220	max 220	max 220	max 220	max 220	max 220
m	Punto di rammollimento (palla- anello). °C	CNR BU 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35	min 35

Per le mani di ancoraggio, da effettuare prima della stesa di successivi strati in conglomerato bituminoso, sono da preferire le emulsioni tipo ECR 55, salvo diversa indicazione della voce della lavorazione sull'elenco prezzi o da differente ordinativo della Direzione dei Lavori.

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

								GRADAZIONE (*)	
	Norma EN	Norma corrispondente	Unità di misura	10/30 -70	30/50 -65	50/70 -65	50/70 -60	70/100 -60	100/150 -60
CARATTERISTICHE OBBLIGATORIE									
Penetrazione a 25°C	EN 1426	CNR 4/71	dmm	10/30	30/50	50/70	50/70	70/100	100/150
Punto di rammollimento	EN 1427	CNR 5/73	°C min	70	65	65	60	60	60
Coesione a +5°C	Pr EN		J/cm2 min	5	5	5	5	5	5
Punto di infiammabilità	EN 22592	CNR 2/79	°C min	235	235	235	235	220	220
CARATTERISTICHE FACOLTATIVE									
Ritorno elastico 25°C	PrEN	DIN 2013	% min	50	50	75	50	65	65
Punto di rottura Frass	EN 12593	CNR 3/74	°C min	-4	-8	-15	-12	-15	-17
Stabilità allo stoccaggio									
Differenza del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 5/73	°C max	5	5	5	5	5	5
Differenza di penetrazione	EN 1426	CNR 4/71	dmm max	5	5	5	5	7	12

Penetrazione residua	EN 1426	CNR 4/71	% min	60	60	60	60	55	50
Incremento del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 5/73	°C max	8	8	10	10	12	14
Riduzione del punto di rammollimento	EN 1427	CNR 5/73	°C max	4	4	5	5	6	6
Ritorno elastico a 25°C sul residuo	PrEN	DIN 2013	% min	50	50	50	50	50	50

f) EMULSIONI BITUMINOSE ACIDE MODIFICATE

Per i lavori inerenti le pavimentazioni stradali, le emulsioni modificate sono di natura cationica (acida), che utilizzano come legante del bitume modificato e dovranno possedere, se non diversamente specificato, i requisiti di accettazione di seguito indicati:

Caratteristiche	Norme di riferimento	Valori
Contenuto di acqua (% in peso)	CNR - BU 100	< 35
Contenuto di bitume (% in peso)	CNR - BU 100	> 65
Contenuto di flussante (% in peso)	CNR - BU 100	< 2
Velocità rottura demulsiva (% in peso)	ASTM D 244-72	> 50
Omogeneità (% in peso)	ASTM D 244-72	< 0,2
Sedimentazione a 5 gg (% in peso)	ASTM D 244-72	< 5
Viscosità Engler a 20 °C (°E)	CNR - BU 102	> 15
Grado di acidità (pH)	ASTM E 70	< 7

16) - Tubazioni in acciaio - Le tubazioni in acciaio tipo Fe 360 saranno del tipo secondo le norme UNI 6363 ed UNI 3824 ed inoltre, secondo quanto richiesto nella specifica voce di elenco, dovranno avere:

- spessore normale, giunto a banchiera cilindrico o sferico per saldatura autogena o a flangia (fissa o mobile), bitumati internamente secondo D.M. n. 174 del 6 aprile '04 ed esternamente a caldo secondo norme UNI 5256/87, rivestiti esternamente da uno strato ben aderente, continuo ed uniforme in feltro di vetro impregnato di miscela bituminosa, serie pesante, con una pellicola di finitura di idrato di calcio;
- spessore normale, estremità lisce per spessori del tubo minori di 3,2 mm., smussate a 30° per spessori maggiori di 3,2 mm., a banchiera cilindrico fino al diametro $\leq$ 139,7 mm. ed a banchiera sferica per diametri superiori a $\leq$ 168,3 mm., rivestimento esterno in polietilene estruso a calza in triplo strato rinforzato UNI 9099 mentre l'interno in primer epossidico, per acqua potabile, dello spessore non inferiore a 250 microns.

In entrambi i casi dovrà essere allegato l'attestato di conformità alla unificazione summenzionata oppure, in sostituzione, il certificato di controllo secondo le norme UNI 5447-64 punto 4.

17) - Tubazioni in polietilene PE 80 e PE 100 - Le tubazioni in polietilene PE 80 e PE 100 con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) rispettivamente di 8 MPa e di 10 MPa sono destinati alla distribuzione dell'acqua prodotti in conformità alla UNI EN 12201 del 2004, e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06 aprile 2004 (sostituisce Circ. Min. Sanità n. 102 del 02/12/1978); dovranno essere contrassegnate dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio

1994, n. 109, e successive modifiche". I tubi devono essere formati per estrusione, e possono essere forniti sia in barre che in rotoli.

- Materia prima: La materia prima da impiegare per l'estrusione del tubo deve essere prodotta da primari e riconosciuti produttori europei e derivata esclusivamente dalla polimerizzazione, o copolimerizzazione, dell'etilene, stabilizzata ed addizionata dal produttore stesso della resina di opportuni additivi, uniformemente dispersi nella massa granulare. Tali additivi (antiossidanti, lubrificanti, stabilizzanti, carbon black) vengono dosati e addizionati al polimero dal produttore di resina in fase di formazione del compound, e sono destinati a migliorare le performances di trafilatura, iniezione, resistenza agli agenti atmosferici ed invecchiamento del prodotto finito. Tali additivi devono risultare uniformemente dispersi nella massa granulare e, per il carbon black, devono essere rispettati i parametri di dispersione e ripartizione stabiliti dalle norme UNI di riferimento, nonché il contenuto (2÷2,5% in peso). Il compound, all'atto dell'immissione nella tramoggia di carico dell'estrusore, deve presentare un tenore massimo di umidità non superiore a 300 ppm. Le materie prime utilizzate dovranno essere comprese nell'elenco di quelle omologate dall'IIP (Istituto Italiano dei Plastici).

Tabella n. 1: Requisiti della materia prima

Prova	Valore di riferimento	Riferimento normativo
Massa volumica		
Contenuto di carbon black		
Dispersione del carbon black		
Tempo di induzione all'ossidazione		
Indice di fluidità per 5 kg a 190°C per 10 min- MFI per PE 80		
Indice di fluidità per 5 kg a 190°C per 10 min- MFI per PE 100		
Contenuto sostanze volatili		
Contenuto di acqua		

$\geq 945-960 \text{ kg/m}^3$	ISO 1183
$2 \div 2,5 \%$	ISO 6964
$\leq \text{grado } 3$	ISO 18553
$> 20 \text{ min a } 210^\circ \text{ C}$	EN 728
$0,3 \div 1,1 \text{ g/10 min}$	
$0,2 \div 0,5 \text{ g/10 min}$	ISO 1133
$\leq 350 \text{ mg/kg}$	EN 12099
$\leq 300 \text{ mg/kg}$	EN 12118

Il materiale utilizzato per la coestrusione sarà possibilmente omologo, o quanto meno compatibile per MRS, con il materiale utilizzato per l'estrusione del tubo. Non è ammesso, l'impiego anche se parziale di:

- compound e/o materiale base ottenuto per rigenerazione di polimeri di recupero anche se selezionati;

- compound e/o materiale base ottenuto per ri-masterizzazione di materiali neutri e addizionati successivamente con additivi da parte del produttore del tubo o aziende diverse dal produttore di materia prima indicato in marcatura;
- lotti di compound provenienti da primari produttori europei, ma dagli stessi indicati come lotti caratterizzati da parametri, anche singoli, (MFI, massa volumica, umidità residua, sostanze volatili, etc.) non conformi al profilo standard del prodotto;
- la miscelazione pre-estrazione tra compound chimicamente e fisicamente compatibili ma provenienti da materie prime diverse, anche se dello stesso produttore;
- l'impiego di materiale rigranulato di primo estruso, ottenuto cioè dalla molitura di tubo già estruso, anche se aventi caratteristiche conformi alla presente specifica.

Controlli: La materia prima e i tubi devono essere controllati secondo i piani di controllo sotto indicati, nei quali sono riportati i metodi di prova e la frequenza minima:

Controlli su materia prima	Frequenza	Metodo di prova
Melt Flow Index (MFI) 190°C/5 kg/10'	Ogni carico	ISO 1133
Densità	Ogni carico	ISO 1183
O.I.T. a 210°C	Ogni carico	EN 728
Contenuto di carbon black	Ogni carico	ISO 6964
Dispersione del carbon black	Ogni carico	ISO 18553
Contenuto d'acqua	Ogni carico	EN 12118

Il contenuto d'acqua della materia deve essere inoltre misurato (mediante determinazione coulometrica di Karl Fisher), prelevando un campione dalla tramoggia di carico dell'estrusore, con cadenza giornaliera.

Prova	Frequenza minima	Metodo di prova
Aspetto e marcatura	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Diametro esterno medio	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Ovalizzazione	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Spessore	Ogni 2 ore	pr EN ISO 3126
Tensioni interne (ritiro a caldo)	Ogni 24 ore	EN 743
Resistenza alla pressione interna: 00h/20°C / 10 MPa	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	EN 921
Resistenza alla pressione interna: 165h/80°C / 4.6 MPa	Una volta la settimana per ogni linea di produzione	EN 921
Resistenza alla pressione interna: 1000h/80°C / 4.0 MPa	Una volta l'anno per ogni linea di produzione	EN 921
Indice di fluidità (MFI) 190°C / 5 kg / 10	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 1133
O.I.T. a 210°C	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	EN 728
Dispersione del carbon black	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 18553
Tensione di snervamento	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 6259
Allungamento a rottura	Ad ogni avvio di produzione ed al variare della materia prima	ISO 6259

- Certificazione di qualità: La Ditta produttrice dovrà essere in possesso di Certificazione di Qualità Aziendale in conformità alla norma ISO 9001/2000 e ISO 14001/1996 rilasciata da ente competente e accreditato, e associato a IQNet. Saranno inoltre preferiti i produttori che, oltre alla certificazione italiana della UNI- IIP-Italia, siano in possesso di certificazioni di qualità rilasciate e riconosciute da altri Enti di paesi europei.

- Diritti ispettivi della committente: L'Azienda committente potrà esercitare nei confronti del produttore di tubi, a sua esclusiva discrezione, le seguenti azioni ispettive ed i seguenti controlli:

- accesso in qualsiasi momento della produzione agli stabilimenti di produzione;
- prelievo, in qualsiasi momento della produzione, di campioni di tubo e/o di materia prima, sia in tramoggia di alimentazione dell'estrusore, sia da sacchi o da silos di stoccaggio;
- esecuzione, in presenza di delegati della committente, di qualsiasi delle prove previste;
- analisi di corrispondenza quali-quantitativa tra tubo e compound dichiarato in marcatura e/o analisi dei traccianti caratteristici del compound da delegare al produttore di materia prima.

Le spese relative ai controlli di qualità sono ad esclusivo carico del fornitore qualora siano effettuate presso il Laboratorio dello stesso; saranno inoltre a carico del fornitore gli oneri derivanti dall'eventuale ritiro di tubi già consegnati alla committente ma risultati non conformi a seguito degli esiti delle prove previste. In caso di non rispondenza delle forniture alle specifiche della committente e a quanto dichiarato sulla marcatura del tubo, e in caso di incapacità del fornitore di eseguire in proprio le prove previste, la committente ha la facoltà di ricorrere alla risoluzione del contratto e di richiedere l'eventuale rifusione del danno come previsto dall'art. 1497 del Codice Civile.

- Marcatura delle tubazioni: La marcatura sul tubo richiesta dalle norme di riferimento avverrà per impressione chimica o meccanica, a caldo, indelebile.

Essa conterrà come minimo:

- nominativo del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- marchio di conformità IIP-UNI (n. 119);
- tipo di materiale (PE 80 o PE 100);
- normativa di riferimento;
- diametro nominale;
- pressione nominale, SDR (Standard Dimension Ratio), spessore ;
- codice identificativo della materia prima come dalla tabella dell'IIP;
- data di produzione.

Ulteriori parametri in marcatura potranno essere richiesti dalla committente al fornitore. I tubi in rotoli devono inoltre riportare, ad intervallo di 1 ml. lungo il tubo, un numero progressivo indicante la lunghezza metrica dello stesso.

18) - Tubazioni in cloruro di polivinile (P.V.C.) a parete piena - Le tubazioni dovranno essere esenti da plastificazioni, e caratterizzate da elevate proprietà elettriche, da ottima resistenza meccanica e grande resistenza alla corrosione e agli agenti chimici di qualsiasi natura; dovranno essere, poi, inalterabili al contatto con i conglomerati cementizi. Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni in P.V.C. rigido, per condotte non in pressione, sono quelle contenute nelle seguenti norme:

- UNI 7447-75: tubi in P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7448-75: tubi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.
- UNI 7444-75: raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico di fluidi. Tipi, dimensioni e caratteristiche (limitata a 200 mm.).

- UNI 7449-75: raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.

Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni in P.V.C. rigido, per condotte in pressione, sono quelle contenute nelle seguenti norme:

- UNI 7441-75: tubi in P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7448-75: tubi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.
- UNI 7442-75: raccordi e flange di P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e caratteristiche.
- UNI 7449-75: raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato). Metodi di prova generali.

I valori delle pressioni nominali PN, riferiti alla temperatura di 20°C e per i tubi PVC 100 (quelli cioè che, secondo UNI 7441-75, ammettono una sollecitazione maggiore di 100 Kg/cm²) sono i seguenti:

0,4 MPa	(4 Kg/cm ²) (serie 1)
0,6 MPa	6 Kg/cm ²) (serie 2)
1,0 MPa	(10 Kg/cm ²) (serie 3)
1,6 MPa	16 Kg/cm ²) (serie 4)

I tubi dovranno essere dotati su una estremità di idoneo boccione con guarnizione elastomerica.

I tubi in P.V.C. a norma UNI 7447 tipo 303/1-2 sono stati ora sostituiti dai tubi a norma UNI EN 1401-1 tipi SN2, SN4, SN8, dove:

- SN: minima rigidità anulare espressa in kN/m²;
- SDR (Standard Dimension Ratio): rapporto tra il diametro esterno ϕ e lo spessore della parete.

I tubi, i raccordi e gli accessori di P.V.C., dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP-UNI di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazioni U.N.I. e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 dell'1 febbraio 1975.

19) - Tubazioni in cloruro di polivinile a parete forata (drenante) - Le tubazioni dovranno essere esenti da plastificazioni, e caratterizzate da elevate proprietà elettriche, da ottima resistenza meccanica e grande resistenza alla corrosione e agli agenti chimici di qualsiasi natura; dovranno essere, poi, inalterabili al contatto con i conglomerati cementizi.

Le prescrizioni per l'accettazione delle tubazioni in P.V.C. rigido sono quelle contenute nella norma DIN 1187 e nelle seguenti norme U.N.I.:

- UNI 7447-75: tubi in P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico interrate: tipi, dimensioni e caratteristiche;
- UNI 7448-75: tubi di P.V.C. rigido (non plastificato): metodi di prova generali;
- UNI 7444-75: raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato) per condotte di scarico di fluidi: tipi, dimensioni e caratteristiche (limitata a 200 mm.);
- UNI 7449-75: raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato): metodi di prova generali.

I tubi, i raccordi e gli accessori di P.V.C., dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazioni U.N.I. e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 del 1 febbraio 1975. I collettori drenanti in P.V.C. saranno muniti di ondulazioni trasversali di irrigidimento, fondo piano e liscio a canalina, fessure d'ingresso dell'acqua protetta.

20) - Tubi in grès - I tubi, i pezzi speciali e le mattonelle in grès dovranno essere di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, ed avere un suono metallico; dovranno essere coperti totalmente da una vetrina a base di silicati ottenuta ad alta temperatura e portare impresso in modo indelebile e leggibile il marchio di fabbrica, la data di costruzione e le caratteristiche geometriche. Lo smalto vetroso dovrà essere liscio specialmente all'interno, aderire perfettamente con la pasta ceramica, essere di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, con l'eccezione soltanto del fluoridrico.

La massa interna dovrà essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) e dagli alcali impermeabili in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non ne assorba più del 3,5% in peso.

La tenuta idraulica delle giunzioni dovrà essere garantita da guarnizioni in resine poliuretaniche colate in fabbrica con le caratteristiche non inferiori di 20 Kg/cm² di resistenza a trazione, il 90% di allungamento a rottura e con durezza di 65 Shore A.

I tubi, sottoposti a pressione idraulica per 60 sec., non dovranno presentare in nessun punto rotture, perdite o trasudamenti per i valori seguenti di pressione:

diametro del tubo	pressione idraulica
fino a 25 mm.	0.20 MPa (2.00 Kg/cm ²)
oltre 25 e fino a 30 mm	0.16 MPa (1.65 Kg/cm ²)
oltre 30 e fino a 35 mm	0.14 MPa (1.40 Kg/cm ²)
oltre 35 e fino a 40 mm	0.12 MPa (1.25 Kg/cm ²)
oltre 40 e fino a 45 mm	0.11 MPa (1.10 Kg/cm ²)
oltre 45 e fino a 50 mm	0.10 MPa (1.00 Kg/cm ²)

La durezza dovrà risultare non inferiore al 7° posto della scala di Mohs ed avere una resistenza alla pressione idraulica interna non inferiore a 1,25 Kg/cm².

Sulle dimensioni lineari nominali sarà ammessa una tolleranza pari al 5%, in più o in meno.

Le normative che riguardano questi tipi di tubazioni sono le Norme UNI EN 295/1, 295/2, 295/3.

21) Tubazioni in fibrocemento con giunto - I tubi ed i giunti in fibrocemento dovranno essere confezionati con conglomerato di caratteristiche uniformi, avere le superfici lisce e rispondere alle norme UNI 4372/76 per le condotte in pressione ed UNI 5341/76 per le condotte fognarie. Le estremità dovranno essere predisposte per l'inserimento del giunto rapido di collegamento a tenuta stagna, con ogni guarnizione necessaria al corretto funzionamento.

22) - Tubazioni in ghisa - Le tubazioni, i raccordi e pezzi speciali dovranno essere in ghisa sferoidale per condotte d'acqua, classe K9, con giunto elastico automatico AJ rispondente alla norma UNI EN 295. Il rivestimento esterno dovrà comprendere uno strato di zinco metallico, ricoperto da uno strato di finitura di prodotto bituminoso o resina sintetica compatibile con lo zinco; entrambi gli strati devono essere applicati in officina, a spruzzo mediante apposite pistole; la quantità di zinco minima deve essere di 200 g/mq. Il rivestimento interno dovrà essere in malta di cemento d'altoforno, oppure un cemento ad alto tenore in allumina (cemento alluminoso). Tali rivestimenti, devono rispondere, dopo maturazione, alle prescrizioni relative materiali in accordo con la norma UNI EN 545, corrispondente alle norme:

Inoltre vi è conformità con le norme:

BS EN 545 - DIN EN 545 - NF EN 545;

- ISO 2531: tubi e raccordi in ghisa sferoidale per canalizzazioni in pressione;
- ISO 4179: tubi in ghisa sferoidale per canalizzazioni con e senza pressione. Rivestimento interno in malta di cemento centrifugata.

Prescrizioni generali.

- ISO 6600: tubi in ghisa sferoidale: rivestimento interno in malta di cemento centrifugata; controllo di composizione della malta fresca applicata.
- ISO 8179: tubi in ghisa sferoidale: rivestimento esterno in zinco.

I giunti sono conformi alle norme:

- UNI 9163 - Giunto elastico automatico.
- UNI 9164 - Giunto elastico a serraggio meccanico.
- DIN 28603 (paragrafo 2.2) - Giunti automatici.

Qualora non sia diversamente previsto, la norma internazionale ISO 10802 tratta specificatamente questo argomento.

23) - Tubazioni in acciaio - Le tubazioni in acciaio tipo Fe 360 saranno del tipo secondo le norme UNI 6363 ed UNI 3824 ed inoltre, secondo quanto richiesto nella specifica voce di elenco, dovranno avere:

- spessore normale, giunto a bicchiere cilindrico o sferico per saldatura autogena o a flangia (fissa o mobile), bitumati internamente secondo D.M. n.
- 174 del 6 aprile '04 ed esternamente a caldo secondo norme UNI 5256/87, rivestiti esternamente da uno strato ben aderente, continuo ed uniforme in feltro di vetro impregnato di miscela bituminosa, serie pesante, con una pellicola di finitura di idrato di calcio;
- spessore normale, estremità lisce per spessori del tubo minori di 3.2 mm., smussate a 30° per spessori maggiori di 3.2 mm., a bicchiere cilindrico fino al diametro $\leq$ 139.7 mm. ed a bicchiere sferico per diametri superiori a $\leq$ 168.3 mm., rivestimento esterno in polietilene estruso a calza in triplo strato rinforzato UNI 9099 mentre l'interno in primer epossidico, per acqua potabile, dello spessore non inferiore a 250 microns.

In entrambi i casi dovrà essere allegato l'attestato di conformità alla unificazione summenzionata oppure, in sostituzione, il certificato di controllo secondo le norme UNI 5447-64 punto 4.

I raccordi devono essere di acciaio da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI-EN 10253/02.

Le flange devono essere di acciaio, del tipo da saldare a sovrapposizione o del tipo da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 1092-1/03.

Le flange a collarino saranno ricavate in un solo pezzo da fucinati di acciaio e avranno superficie di tenuta a gradino secondo la UNI EN 1092-1/03. I bulloni a testa esagonale ed i bulloni a tirante interamente filettati devono essere conformi alla UNI 6609/69 e UNI 6610/69.

Gli elementi di collegamento filettati devono avere caratteristiche meccaniche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 20898-2/94 per la classe 4.8.

I raccordi ed i pezzi speciali di ghisa malleabile devono avere caratteristiche qualitative non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 1562/99 per la ghisa W-400-05 (a cuore bianco) o B-350-10 (a cuore nero) e caratteristiche costruttive conformi alla UNI EN 10242/01.

24) - Pezzi speciali per acquedotti - I giunti, i raccordi, i "T", le curve e gli altri pezzi speciali dovranno essere collegati alla tubazione secondo le prescrizioni che saranno specificatamente impartite dalla Direzione dei Lavori. Se l'applicazione degli apparecchi ed accessori sulle derivazioni non venisse fatta contemporaneamente alla posa dei tubi, le derivazioni stesse verranno chiuse provvisoriamente con flange e collare cieco con tappo filettato, a seconda dei casi muniti di guarnizioni di gomma. Tutti i pezzi speciali saranno in ghisa e, occorrendo, in acciaio, posti in opera cattramati a caldo; uguale protezione sarà fatta, dopo la posa in opera, sui punti di giunzione. Le guarnizioni saranno in gomma telata e la posa in opera dovrà garantire a distanza di anni la possibilità dello smontaggio senza danni e rotture.

25) - Saracinesche - Saranno del tipo a corpo ovale in ghisa, a vite interna in acciaio inox, con pressione nominale PN 10 o 16, secondo quanto previsto nell'elenco prezzi, ad uso sottosuolo e dei seguenti tipi con:

- il corpo, il cuneo, il cappello, premistoppa e volantino in ghisa G 22 UNI 668 o GG 25 DIN 1691; gli anelli di tenuta la bussola e il dado del premistoppa in ottone; la madrevite dovrà essere in bronzo, i bulloni in ferro; l'albero dovrà essere in acciaio inox tornito e rettificato;
- il corpo ovale o piatto verniciato esternamente e internamente con resina epossidica, in ghisa GG 25 - DIN 1691 e GGG 40 - DIN 1693, con cuneo di tenuta gommatto e passaggio libero senza sede, cuneo verniciato con resina epossidica e con rivestimento di gomma nitrile vulcanizzata, mandrino in acciaio inossidabile con filettatura cilindrica, con estremità lisce senza flange ad angolo retto o smussate per collegamento con giunti a bicchiere.

Tutti i tipi dovranno avere le flange forate secondo le norme UNI 2277/2279 ed essere dotate di tubo protettore con ranella, asta di manovra in ferro con manicotto e cappellotto ed, inoltre, il chiusino stradale in ghisa.

26) - Apparecchi idraulici - Sul corpo dell'apparecchio, ove possibile devono essere riportati in modo leggibile ed indelebile:

- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica;
- Diametro nominale (DN);
- Pressione nominale (PN);
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo;
- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

Altre indicazioni supplementari possono essere previste dai disciplinari specifici delle diverse apparecchiature.

Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla Direzione dei Lavori. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla Direzione dei Lavori, dagli stessi risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione e contenimento. Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione di macchina, i fori delle flange dovranno essere ricavati al trapano.

Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla Direzione dei Lavori.

La amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni.

L'impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

27) - Guarnizioni per flange - Le guarnizioni impiegate negli acquedotti dovranno essere realizzate esclusivamente con materiale atossico, secondo il D.M. n. 174 del 6 aprile 2004 "Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano".

28) - Idranti antincendio

a) esterni a colonna - Saranno in ghisa G20 UNI ISO 185, con dispositivo di manovra a pentagono UNI 9485, colonna montante in ghisa UNI

8863, testata distributrice e scatola con valvola scarico antigelo in ghisa G20 UNI ISO 185; bocche d'uscita in ottone filettate UNI 810, dispositivo di rottura in caso di urto accidentale con chiusura automatica erogazione acqua, flangia di base UNI EN 1092-1, verniciato rosso RAL 3000 nella parte soprasuolo e catramato nero nella parte sottosuolo, pressione di esercizio indicata nell'elenco;

b) stradale sottosuolo - Saranno in ghisa GG 25, attacco a baionetta o filettato UNI, pressione di esercizio 10 bar, scarico automatico di svuotamento antigelo, cappellotto di manovra unificato manovrabile con chiave, anelli di tenuta e perno in ottone, flangia di base UNI EN 1092-1.

29) - Pozzi fognari stradali: I pozzi fognari di ispezione, prefabbricati, saranno in conglomerato cementizio fornito con resistenza cubica caratteristica a 28 giorni maggiore o uguale 250 Kg/cm² e formato con cemento Portland "425" o "325", sabbia e ghiaia di fiume vagliata e lavata, con pareti e platea di spessore adeguato nonché il fondo eseguito con scolatoio semi-cilindrico di sezione uguale alla tubazione in arrivo, completi dell'armatura metallica necessaria, ridotto nella parte finale da un tronco di cono e soletta sempre in conglomerato cementizio di spessore adeguato a sopportare carichi pesanti, chiusino in ghisa sferoidale UNI 4544/74, corrispondente alla Norma UNI 124 D 400, con coperchio circolare con o senza fori di aereazione completo di cerniera per l'apertura e dispositivo di sicurezza in posizione aperta, superficie con disegno antisdrucciolo, e telaio a base circolare o quadrata delle dimensioni minime di 850 mm. per un'altezza non inferiore a 100 mm. con asole di ancoraggio al pozzetto, passo d'uomo del diametro minimo ϕ 600 mm., peso non inferiore a 90 kg., completo di guarnizione in polietilene di tenuta e antibasculamento, protetto con vernice bituminosa, con scritta indicativa secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori o del Responsabile del Procedimento.

a) normali - I pozzi fognari avranno il rivestimento protettivo (nel caso a servizio di reflui civili o industriali) delle superfici bagnate dai liquami, comunque per un'altezza non inferiore di 50 cm., con liquido sintetico bicomponente a base epossidica di tipo aromatico, catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, diluenti reattivi e plastificanti di tipo x-tropia in due mani fino a raggiungere lo spessore finito minimo di 600 micron; ai lati dovranno essere inseriti in fori non passanti dei gradini antiscivolo in ghisa o in acciaio posti sfalsati tra loro e ad una distanza di circa 30÷35 cm.;

b) tipo Komplet - I pozzi fognari, circolari, in c.l.s. vibrocompresso a norma DIN 4034 con incastro a bicchiere, con spessore minimo cm. 10 e diametro netto di base ϕ 120 cm., ridotto nella parte finale da un tronco di cono a parete dritta, a circa 62,5 cm.; il pozzetto dovrà essere completamente esente da fori. I vari elementi prefabbricati, componenti il pozzetto, dovranno essere perfettamente sigillati con cemento plastico; nel pozzetto dovranno essere inseriti in fori non passanti gradini antiscivolo in ghisa posti sfalsati fra loro ad una distanza 30÷35 cm.; la base del pozzetto prefabbricato con spessore di cm. 20 dovrà essere comprensiva di innesti delle tubazioni secondo le angolazioni di progetto, con lo scolatoio di sezione uguale alla tubazione, trattato con resina epossidica pura dello spessore minimo di 1000 micron; il tutto eseguito a perfetta opera d'arte con calcestruzzo atto a garantire la assoluta impermeabilità del manufatto. Gli innesti alle tubazioni devono essere realizzati mediante guarnizioni in gomma a 4 labbri di perfetta rispondenza alla norma DIN 4060 e sulla guarnizione dovrà essere inciso l'anno ed il trimestre di fabbricazione.

30) - Pozzi stradali di ispezione e di manovra prefabbricati - I pozzi stradali, normalmente prefabbricati, di manovra e di ispezione saranno in conglomerato cementizio, prefabbricato, fornito con resistenza cubica caratteristica a 28 giorni maggiore o uguale 250 Kg/cm² e formato con cemento Portland "425" o "325", sabbia e ghiaia di fiume vagliata e lavata, con soletta, pareti e platea di spessore adeguato a sopportare carichi pesanti, platea con idoneo foro di drenaggio delle acque, completi di armatura metallica necessaria.

31) - Chiusini - I chiusini di accesso alle camerette d'ispezione ed ai manufatti speciali, ed in genere i dispositivi di chiusura e di coronamento, eccetto le griglie, andranno realizzati, in base a quanto prescritto (norma UNI EN 124), in:

- a) ghisa a grafite lamellare;
- b) ghisa a grafite sferoidale;
- c) getti di acciaio;
- d) acciaio laminato;
- e) uno dei materiali a), b), c), d), in abbinamento con calcestruzzo;
- f) calcestruzzo armato (escluso il calcestruzzo non armato).

L'uso dell'acciaio laminato è ammesso solo se è assicurata una adeguata protezione contro la corrosione. Le griglie devono essere fabbricate in:

- a) ghisa a grafite lamellare;
- b) ghisa a grafite sferoidale;
- c) getti di acciaio.

Il riempimento dei chiusini può essere realizzato con calcestruzzo oppure con altro materiale adeguato. Le caratteristiche di impiego prescritte dovranno comunque prevedere:

Classe A 15: (Carico di rottura kN 15) - Zone esclusivamente pedonali e ciclistiche- superfici paragonabili quali spazi verdi;

Classe B 125: (Carico di rottura kN 125) - Marciapiedi - zone pedonali aperte occasionalmente al traffico - aree di parcheggio e parcheggi a più piani per autoveicoli;

Classe C 250: (Carico di rottura kN 250) - Cunette ai bordi delle strade che si estendono al massimo fino a 0,5 ml. sulle corsie di circolazione e fino a 0,2 ml. sui marciapiedi - banchine stradali e parcheggi per autoveicoli pesanti;

Classe D 400: (Carico di rottura kN 400) - Vie di circolazione (strade provinciali e statali) - aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli;

Classe E 600: Carico di rottura kN 600) - Aree speciali per carichi particolarmente elevati quali porti ed aeroporti.

Marcatura: Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (come riferimento alla presente norma);
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600);
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice;
- il marchio di un ente di certificazione e possono riportare:
 - 1. marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario;
 - 2. l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo).

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

32) - Materiali porfirici e trachitici - Tutti i materiali porfirici trattati devono provenire esclusivamente dalle cave del Trentino-Alto Adige, unica Regione ove si coltiva il porfido stratificato a piani in vista naturali di cava, mentre i trachitici devono provenire preferibilmente dai Colli Euganei. Le caratteristiche fisico meccaniche di tali materiali rientrano nei seguenti limiti medi, stabiliti da ricerche e prove:

- carico di rottura a compressione
 - a. a- normale Kg/cm² 2602÷2902
 - b. b- dopo la gelività Kg/cm² 2556÷3023
- coefficiente di imbibizione: % 5.25÷7.65
- resistenza a flessione Kg/cm² 227÷286
- prova d'urto:

- altezza minima di caduta cm. 60÷69
- coefficiente di dilatazione mm/ml°C 0,007755
- peso per unità di volume Kg/cm³ 2400 ±2600 kg/m³

Le colorazioni fondamentali dei materiali porfirici possono essere:

grigio - grigiorosso - grigioviola - rossastro e rosato - violetto

a) - Cubetti - Sono solidi a forma pressoché cubica, ottenuti per spaccatura meccanica e il cui spigolo è variabile a seconda del tipo classificato; vengono distinti, a seconda della lunghezza in centimetri dello spigolo, nei seguenti assortimenti: 4/6 - 6/8 - 8/10 - 10/12. Ciascun assortimento dovrà comprendere solo elementi

aventi spigoli di lunghezza compresa nei limiti sopra indicati, con la tolleranza di 1 cm. I vari spigoli del cubetto non dovranno essere necessariamente uguali e le varie facce spaccate non saranno necessariamente ortogonali fra loro. La superficie superiore del cubetto dovrà essere a piano naturale di cava e non dovrà

presentare eccessiva ruvidità; le quattro facce laterali saranno ricavate a spacco e si presenteranno quindi con superficie più ruvida ed in leggera sottosquadra:

- il tipo 4-6 dovrà avere gli spigoli variabili fra i 4 e i 6 cm., con 1 cm. di tolleranza, il peso misurato in opera dovrà essere compreso fra i 90 e i 100 Kg/m²;
- il tipo 6-8 dovrà avere gli spigoli variabili fra i 6 e gli 8 cm., con 1 cm. di tolleranza, il peso misurato in opera dovrà essere compreso fra i 130 e i 140 Kg/m²;
- il tipo 8-10 dovrà avere gli spigoli variabili fra gli 8 e i 10 cm., con 1 cm. di tolleranza, il peso misurato in opera dovrà essere compreso fra i 170 e i 190 Kg/m²;
- il tipo 10-12 dovrà avere gli spigoli variabili fra i 10 e i 12 cm., con 1 cm. di tolleranza, il peso misurato in opera dovrà essere compreso fra i 220 e i 250 Kg/m².

Ogni assortimento dovrà comprendere cubetti di varie dimensioni entro i limiti che definiscono l'assortimento stesso, con la tolleranza prevista. La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate; i cubetti potranno essere forniti: sfusi, in casse, in sacchi.

b) - Piastrelle - Secondo quanto previsto nei prezzi di elenco, le piastrelle dovranno essere:

b1 - Piastrelle a spacco regolari - La superficie dovrà essere naturale di cava, le coste a spacco. Lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm.; maggiori o minori spessori potranno essere richiesti dalla Direzione dei Lavori per impieghi particolari. Le piastrelle a spacco dovranno avere lati paralleli ed angoli retti; è consentita una tolleranza in più o in meno nelle dimensioni, di non più di 1 cm.; le coste dovranno essere ortogonali al piano sottosquadra. Le larghezze di normale lavorazione sono: cm. 10-15-20-25-30-35-40 e su richiesta della Direzione dei Lavori altre misure. Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze; potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse; il peso sarà compreso fra i 90-100 Kg/m².

b2 - Piastrelle fresate - La superficie dovrà essere naturale di cava, lo spessore potrà variare da 2-5 cm.; le coste saranno fresate; spessori diversi potranno essere richiesti dalla Direzione dei Lavori per impieghi particolari. Le piastrelle a coste fresate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti e le coste dovranno essere ortogonali al piano. Le larghezze di normale lavorazione sono da cm. 20 a 50 cm. Le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze; potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse; il peso sarà compreso fra i 90-100 Kg/m².

b3 - Piastrelle semilucidate con coste fresate - La superficie dovrà essere semilucidata (al 70% piano lucido, al 30% piano cava, circa); le coste saranno fresate; lo spessore potrà variare da 2 a 5 cm.; le piastrelle semilucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti; le coste dovranno essere ortogonali al piano; le larghezze di normale lavorazione sono da cm. 20 a 50 cm.; le lunghezze sono "a correre" in dimensione uguale o maggiore delle rispettive larghezze. Potranno essere richieste piastrelle quadrate, piastrelle con dimensioni maggiori o a misure fisse; il peso sarà compreso fra i 90-100 Kg/m².

b4 - Piastrelle lucidate con coste fresate - La superficie dovrà essere lucidata; le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm. (spessori maggiori su richiesta della Direzione dei Lavori). Le piastrelle lucidate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti; le coste dovranno essere ortogonali al piano e le larghezze di normale lavorazione sono da 20 a 50 cm.; le lunghezze sono "a correre" o in misura fissa e il peso sarà di circa 50 Kg/m².

b5 - Piastrelle fiammate con coste fresate - La superficie dovrà essere ottenuta a taglio di sega con successiva fiammatura e le coste saranno fresate; lo spessore sarà di 2 cm. (spessori maggiori su richiesta della Direzione dei Lavori); le piastrelle fiammate dovranno avere lati paralleli ed angoli retti e le coste dovranno essere ortogonali al piano; le larghezze di normale lavorazione sono da 20 a 50 cm. e le lunghezze saranno "a correre" o in misura fissa; il peso sarà di circa 50 Kg/m².

c) - Lastre irregolari (opus incertum) - Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni irregolare; le lastre vengono distinte in:

- tipo normale: la diagonale media dovrà essere di cm. 25-30; sarà tollerata la percentuale di scarto, dovuta alle operazioni di carico, scarico e avvicinamento a piè d'opera; lo spessore delle lastre potrà variare da 2 a 5 cm., il peso di 1 mq. sarà di circa 85 Kg.;
- tipo sottile: la diagonale media dovrà essere di 25-30 cm.; lo spessore potrà variare da 1 a 2,5 cm. e il peso di 1 mq. sarà di circa 60 Kg.;
- tipo gigante: per pavimentazioni normali oppure per posa in terra a giunti larghi: la diagonale media dovrà essere in 40÷50 cm.; lo spessore potrà variare da 3 a 7 cm., il peso sarà di circa 100 Kg/m².

d) - Binderi - Per contenimento e delimitazione di pavimentazioni; la faccia superiore dovrà essere a piano naturale di cava; le coste a spacco dovranno essere ortogonali al piano o a sottosquadra e le dimensioni saranno:

- larghezza cm. 12, lunghezza cm. 20÷40, spessore cm. 15÷20, peso Kg. 45 circa per ml.;
- larghezza cm. 14, lunghezza cm. 20÷40, spessore cm. 15÷20, peso Kg. 55 circa per ml.;

e) - Cordoni o cordonate - Per formazioni di marciapiedi e aiuole o delimitazioni.-

e1 - Cordoni a spacco: dovranno avere le due facce, quella interna nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) a spacco di cava; l'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm., la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm.; le larghezze di normale lavorazione potranno variare come qui di seguito indicato:

cm. 5 x 20÷30	peso per ml. 25 Kg.
cm. 7 x 20÷30	peso per ml. 40 Kg
cm. 8 x 20÷30	peso per ml. 45 Kg
cm. 10 x 20÷30	peso per ml. 65 Kg
cm. 12 x 20÷30	peso per ml. 85 Kg
cm. 15 x 20÷30	peso per ml. 110 Kg

e2 - Cordoni segati: dovranno avere le due facce, quella nascosta e quella esterna in vista, a piano naturale di cava ed il lato superiore (testa) fresato. Il lato superiore, inoltre, potrà essere scalpellato, bocciardato o fiammato ed inoltre dovrà avere lo spigolo arrotondato con raggio di raccordo medio di 1.5-2 cm.; l'altezza degli elementi potrà variare da 20 a 30 cm., la lunghezza dovrà avere un minimo di 40 cm. e le larghezze di normale lavorazione potranno variare come di seguito indicato:

cm. 5 x 20÷30	peso per ml. 25 Kg.
cm. 7 x 20÷30	peso per ml. 40 Kg
cm. 8 x 20÷30	peso per ml. 45 Kg

cm. 10 x 20+30	peso per ml. 65 Kg
cm. 12 x 20+30	peso per ml. 85 Kg
cm. 15 x 20+30	peso per ml. 110 Kg

g) - Soglie carraie - Plinti - Caditoie - Bocche di lupo - Le soglie carraie dovranno essere a piano naturale di cava in larghezza da 42 o 52 cm., in lunghezze "a

correre"; lo spessore potrà essere da 6 a 10 cm., la costa a spacco o fresata. I plinti saranno quadrati in cm. 40x40 oppure cm. 50x50, lavorati esclusivamente alla bocciarda. Le bocche di lupo saranno ricavate dai cordoni, con lavorazioni alla punta o alla fresa, secondo le misure richieste dalla Direzione dei Lavori.

h) - Smoller - Per pavimentazioni in forte pendenza e per rivestimenti, gli smoller dovranno avere le due facce laterali a piano naturale di cava, la costa superiore in vista e le due testate ricavate a spacco. Le testate saranno sempre in sottosquadra; lo spessore potrà variare da 3 a 10 cm., la profondità da 8 a 13 cm., la lunghezza sarà "a correre"; il peso sarà di Kg. 180÷220 Kg/m2.

i) - Gradini -

i1 - Gradini a spacco: dovranno essere lastre a piano naturale di cava, prive di dossi o rientranze, con coste ricavate a spacco. Lo spessore sarà di 3-4-5 cm. e la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", (minimo 50 cm.) la larghezza a richiesta della Direzione dei Lavori.

i2 - Gradini fresati: dovranno essere lastre a piano naturale di cava, privi di dossi o rientranze, di spessore 3-4-5 cm., con coste fresate; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", la larghezza a richiesta; le coste viste potranno, inoltre, essere scalpellate o fiammate.

i3 - Gradini semilucidati con coste fresate: dovranno essere lastre la cui superficie dovrà essere semilucidata (70% piano lucido, 30% piano cava, circa) di spessore 3-4-5, con coste fresate; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", la larghezza a richiesta; le coste viste potranno, inoltre, essere scalpellate o fiammate.

i4 - Gradini lucidati: dovranno essere lastre la cui superficie dovrà essere lucidata, di spessore 3-4 cm. o più a richiesta della Direzione dei Lavori, con le coste viste lucidate, larghezza e lunghezza secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori.

l) - Gradini massicci - Dovranno essere a piano superiore naturale di cava; la costa vista spessorata da 6 a 20 cm.; le testate e la costa interna dovranno essere a spacco o segate. La lunghezza in misura fissa o "a correre", la larghezza a richiesta della Direzione dei Lavori; le coste viste potranno essere lavorate a spacco, a

punta grossa o fine, bocciardate o fiammate. m) - Alzate - Battiscopa - Zoccolino -

m1 - A spacco: dovranno essere lastre a piano naturale di cava, prive di dossi o rientranze, con coste ricavate a spacco; lo spessore sarà di 1.5-3 cm., la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", l'altezza a richiesta della Direzione dei Lavori.

m2 - Fresate: dovranno essere lastre a piano naturale di cava, prive di dossi o rientranze, di spessore 1-3 cm., con coste fresate; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", l'altezza a richiesta della Direzione dei Lavori.

m3 - Semilucidati con coste fresate: dovranno essere lastre la cui superficie dovrà essere semilucidata (70% piano lucido, 30% piano di cava, circa), di spessore 1-3 cm., con coste fresate; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", l'altezza a richiesta della Direzione dei Lavori.

m4 - Lucidate: dovranno essere lastre la cui superficie dovrà essere lucidata, di spessore cm. 2, con le coste lucidate; lunghezza e altezze a richiesta della Direzione dei Lavori.

n) - Copertine -

n1 - A spacco: dovranno essere lastre a piano naturale di cava, con le coste in vista a spacco o lavorate allo scalpello; spessorate a cm. 3-4-5-6 o più a richiesta; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", la larghezza secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori; le testate saranno a spacco.

n2 - Fresate: dovranno essere lastre a piano naturale di cava, con le coste in vista fresate; di spessore 3-4-5-6 cm. o più a richiesta; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", la larghezza secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori; le testate saranno fresate e le coste viste, inoltre, potranno essere scalpellate o fiammate.

o) - Davanzali -

o1 - Davanzali con coste fresate: dovranno essere lastre a piano naturale di cava, prive di dossi o rientranze, con coste fresate, nello spessore di 3-4-5 cm. o più; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", la larghezza secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori; le coste viste, inoltre, potranno essere scalpellate, fiammate o lucidate.

o2 - Davanzali semilucidati: dovranno essere lastre la cui superficie dovrà essere semilucidata (70% piano lucido, 30% piano cava, circa), con coste fresate, nello spessore di 3-4-5 cm.; la lunghezza potrà essere fissa o "a correre", la larghezza secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori; le coste viste, inoltre, potranno essere scalpellate, fiammate o lucidate.

o3 - Davanzali lucidati: dovranno essere lastre la cui superficie dovrà essere lucidata, con coste viste lucidate, nello spessore di 3-4 cm.; la lunghezza a la larghezza sarà indicata dalla Direzione dei Lavori; per tutti i tipi di davanzali potranno essere richieste tutte le particolari lavorazioni aggiuntive (calibrature, gocciolatoi, bisello, spigolature, etc.).

p) - Sassi da muro grezzi - Per la costruzione di muri di sostegno e/o contenimento; dovranno avere piano naturale di cava con le coste grezze e lo spessore potrà variare da 10 a 20 cm. oppure da 20 a 30 cm.

q) - Bugnato - Dovrà essere tranciato, di spessore da 8 a 15 cm. o da 15 a 20 cm.; la costa in vista dovrà essere a spacco e le due testate tranciate ortogonalmente alla stessa, o in sottosquadra e la profondità massima sarà di 14 cm.; il peso sarà di circa 250 Kg. e rispettivamente di 300 Kg. per m2 misurato in opera; spessori o rientranze diverse potranno essere richieste per impieghi particolari dalla Direzione dei Lavori.

r) - Masselli - Il piano superiore dovrà essere naturale di cava; le coste a spacco oppure lavorate alla punta grossa; larghezze e lunghezze libere o su misura; spessori da 12 a 18 cm. e da 18 a 30 cm.; potranno essere richieste dalla Direzione dei Lavori eventuali lavorazioni particolari, con fori di ancoraggio, profondità fisse, coste alla punta fine.

s) - Briglie per fiumi - Il piano superiore dovrà essere naturale di cava; le coste a spacco, oppure lavorate alla punta grossa, larghezze e lunghezze libere o su misura; gli spessori potranno essere da 20 a 25 cm., da 30 a 35 cm. e da 35 a 40 cm.; potranno essere richieste eventuali lavorazioni particolari con fori di ancoraggio, profondità fisse, coste alla punta fine.

t) - Pietrischi e sabbie - Dalla frantumazione del porfido si ottengono sabbie e pietrischi che vengono impiegati per particolari calcestruzzi e malte, dove sia richiesta eccezionale durezza, scabrosità e resistenza:

- la sabbia dovrà essere assolutamente scevra da materie terrose ed organiche, ben lavata; dovrà avere elementi di grossezza compresi fra 0 e 4 mm.
- i pietrischi, nelle varie pezzature, dovranno corrispondere ai seguenti tipi di granulometria:
 - granello da mm. 5 a mm. 8
 - granello da mm. 8 a mm. 15
 - granello da mm. 15 a mm. 30

Sabbie e pietrischi non dovranno presentare perdite di peso per decantazioni in acqua superiori al 2%.

33) - Cubetti in marmo bianco - I cubetti in marmo bianco da impiegarsi in pavimentazioni porfiriche dovranno provenire dalle cave di Carrara, Massa o Lasa; non è accettabile l'impiego di altri materiali come il botticino o altri calcari che presentano, rispetto al porfido, una eccessiva minor resistenza agli agenti atmosferici ed al traffico. I cubetti di marmo bianco vengono usati per motivi ornamentali, a completamento del porfido nell'arco superiore in disegni a coda di pavone, in riquadri, od altro; dovranno avere le stesse caratteristiche in dimensione, spessore e lavorazione dei cubetti di porfido con i quali sono impiegati.

34) - Legname - I legnami da impiegare devono essere rispondenti alle prescrizioni di cui al D.M. 16 novembre '39 riguardante le norme e condizioni per le prove dei legnami ed alle Norme UNI vigenti; i materiali da utilizzare devono soddisfare alle qualità previste per la categoria di impiego e non devono presentare difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati. Il legname dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino dalle connessioni.

I legnami rotondi dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno né smussi di sorta. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni.

Il tipo di prove da eseguire sui legnami sono elencate dalle norme UNI 3252, le modalità di esecuzione nelle norme UNI dal 3254 al 3265; fra le caratteristiche prese in considerazione vi sono il tenore di umidità, il peso specifico (massa volumica), la fittezza media degli anelli annuali, le prove meccaniche statiche (compressione, trazione, flessione) nelle diverse direzioni, le prove d'urto, di durezza, di spacco (UNI 4143), di taglio (UNI 4144), di assorbimento d'acqua (UNI 4145) e il saggio di impronta per i legnami destinati alle pavimentazioni; per la nomenclatura delle specie legnose, sia di produzione nazionale che di importazione, si fa riferimento alle norme UNI 2853 - 2854 - 3917; la nomenclatura dei difetti alle norme UNI 3016. I legnami destinati alla costruzione degli infissi devono essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta, non deteriorata, perfettamente sana, diritta e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare. Devono essere perfettamente stagionati, presentare colore e venature uniformi, essere privi di alburno ed esenti da nodi, cipollature, buchi od altri difetti. Il tavolame deve essere ricavato dalle travi più dritte affinché le fibre non risultino mozzate dalla sega e si ritirino nelle connessioni. La normativa sulle porte in legno sono le UNI 2997 - 2999 - 3000 - 3004 - 3193 - 3209; quelle sulle finestre e balconi le UNI 2817 - 2830 - 2972 - 2993; per le persiane e relativi cassonetti le UNI 2825 - 2833 - 2990 - 2994.

35) - Legno lamellare - I materiali da impiegare nella preparazione di strutture lamellari dovranno essere costituiti da lamelle di legno resinoso europeo, come previsto anche dalle Norme DIN 1052, incollato di Classe I° o Classe II°, secondo quanto richiesto nei prezzi di elenco; la diversità tra le due classi del legno possono così essere riassunte:

- I° Classe - legno scelto senza traccia di putredine o danni provocati da insetti; la pendenza massima della fibratura su ogni faccia non deve superare mediamente il 7% (localmente il 10%); i nodi devono essere sani, aderenti non raggruppati e con un diametro massimo di 30 mm.; il tipo di legname impiegabile può essere l'abete rosso o bianco, il pino silvestre la cui densità al 20% di umidità non deve essere inferiore a 500 Kg/m³; lo spessore medio annuo di crescita non deve essere superiore a 3 mm.;
- II° Classe - legno scelto senza traccia di putredine o danni provocati da insetti; la pendenza massima della fibratura su di una faccia non deve superare mediamente il 12% (localmente il 20%); i nodi devono essere sani, aderenti non raggruppati e con un diametro massimo di 40 mm.; il tipo di legname impiegabile può essere l'abete rosso o bianco, il pino silvestre la cui densità al 20% di umidità non deve essere inferiore a 400 Kg/m³; lo spessore medio annuo di crescita non deve essere superiore a 5 mm.

36) - Materiali per applicazioni geologiche - geosintetici:

a) Geotessili non tessuti: Teli realizzati a struttura piana composta da fibre sintetiche "coesionate" mediante agugliatura meccanica o con termosaldatura. In relazione alla lunghezza delle fibre di polipropilene e/o poliestere, i geotessili non tessuti si distinguono a filamento continuo e a filamento non continuo (a fiocco). Tali materiali saranno posti in opera per l'esecuzione di drenaggi, come separatori o elementi di rinforzo. Per l'applicazione di drenaggi, devono usare i geotessili non tessuti a filo continuo e devono avere i seguenti requisiti: peso unitario di almeno 150÷200 gr/m², permeabilità di circa 300 l/m²/sec. e diametro di filtrazione 0,235 mm. a secco e 0,15 mm. a umido, salvo diversa prescrizione o indicativo della Direzione dei Lavori. Per tutti gli altri impieghi si dovranno utilizzare geotessili non tessuti, con caratteristiche funzionali adatte alla particolare situazione dell'applicazione, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori. Per determinare peso e spessore si farà riferimento le norme di cui ai B.U. - C.N.R. n. 110 del 23/12/1985 e n. 111 del 24/11/1985, e le norme U.N.I. 4818, 5114, 511, 5121, 5419, U.N.I. 8279/1-16, ediz. 1981-87, U.N.I. 8639-84, 8727-85, 8986-87.

b) Geotessili tessuti: Sono definiti come strutture piane e regolari formate dall'intreccio di due o più serie di fili costituiti da fibre sintetiche di fibre di polipropilene e/o poliestere, che consentono di ottenere aperture regolari e di piccole dimensioni. In relazione alla sezione della fibra, possono suddividersi in tessuti a monofilamento o a bandaletta (nastri appiattiti). L'applicazione di questi materiali è identica a quello dei geotessili non tessuti. Il geotessile dovrà essere atossico, completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presente nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi. I geosintetici con struttura a maglia saranno costituite da due serie sovrapposte di fili (con spessore compreso tra 3 e 10 mm.) che si incrociano con angolo costante (tra 60° e 90°), in modo da formare aperture regolari costanti tra 10 e 60 mm. di ampiezza. Vengono prodotte per estrusione di polimeri termoplastici (polietilene ad alta densità o polipropilene) e la saldatura delle due serie di fili viene eseguita per parziale compenetrazione nei punti di contatto.

Devono essere applicate congiuntamente a geotessili come filtri, come elementi di tenuta per assolvere la funzione di drenaggio o per protezione meccanica nel caso di una loro applicazione non combinata.

c) Biotessili: Sono costituiti da fibre naturali (juta e/o cocco) sono assemblati in modo da formare una struttura tessuta aperta e nello stesso tempo deformabile o mediante sistema di agugliatura meccanica, trovano applicazione per il rivestimento superficiale a protezione dall'erosione durante la crescita di vegetazione.

d) Biostuoie: Sono costituite da fibre naturali quali paglia, cocco, sisal, etc., in genere contenute tra reti di materiale sintetico (polipropilene o poliammide) o naturale (juta). La loro applicazione consiste esclusivamente in quella di rivestimento superficiale dall'erosione durante la fase di inerbimento delle scarpate stradali.

e) Geostuoie: Sono costituite da filamenti di materiale sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene o altro), aggrovigliati in modo da formare uno strato molto deformabile dello spessore di 10/20 mm., caratterizzato da un indice dei vuoti molto elevato, maggiore del 90%; la loro applicazione risponde essenzialmente a due applicazioni ovvero come protezione dall'erosione superficiale provocata da acque piovane e di ruscellamento e di rivestimento di sponde di corsi d'acqua con basse velocità.

f) Geocompositi per il drenaggio: Sono formati dall'associazione (in produzione) di uno strato di georete o di geostuoia racchiuso tra uno o due strati di geotessile; lo spessore complessivo del geocomposito può variare tra 5 e 30 mm.

g) Geogriglie: Le geogriglie hanno lo scopo principale di rinforzo sia dei terreni naturali che degli strati bituminosi delle sovrastrutture stradali; sono così classificabili:

1. estruse: strutture piane realizzate con materiali polimerici (polietilene ad alta densità o polipropilene) mediante processo di estrusione e stiratura, che può essere svolto in una sola direzione (geogriglie monodirezionali) o nelle due direzioni principali (bidirezionali);
2. tessute: strutture piane a forma di rete realizzate mediante la tessitura di fibre sintetiche su vari tipi di telai, eventualmente ricoperte da un ulteriore strato protettivo (PVC o altro materiale plastico);
3. a sovrapposizione: sono realizzate mediante la sovrapposizione e successiva saldatura di geonastri costituiti da un nucleo in poliestere ad alta tenacità rivestito con guani protettivi in polietilene.

La geogriglia dovrà essere completamente imputrescibile, resistente agli agenti chimici presenti nei terreni nelle normali concentrazioni, inattaccabile da insetti, muffe e microrganismi e stabilizzato ai raggi UV; il materiale fornito dovrà essere certificato secondo le norme ISO 9002 e dovranno essere note le curve sforzo/deformazione nel tempo sino ai 120 anni.

h) **Geocelle:** Sono composte da celle giustapposte prodotte per assemblaggio o estrusione di strisce di materiali sintetici di altezza pari a circa 75/150 mm, che realizzano una struttura a nido d'ape o similare. Le geocelle possono essere realizzate anche con materiali naturali es. fibra di cocco; il loro scopo è quello di contenimento del terreno in pendio per evitare scoscendimenti superficiali. Per tutte le diverse applicazioni e tipi dei geosintetici, l'Appaltatore prima di ogni loro impiego dovrà fornire alla Direzione dei Lavori i relativi certificati di produzione del materiale, quest'ultimo, a suo insindacabile giudizio, ha tuttavia la facoltà di effettuare prelievi a campione sui prodotti approvvigionati in cantiere.

37) - Bentonite - La bentonite, proveniente di norma da giacimenti locali, potrà essere naturale e non finemente frantumata, dovendo avere però le seguenti caratteristiche:

- granulometria	0÷0.8 mm.
- umidità	12-13%
- residuo sul setaccio da 100 mash	≤ 1%
- residuo umido sul setaccio da 200 mash	≤ 2-3%
- limite di fluidità	+400%
- rendimento "in fango" o viscosità apparente	13÷15 mg/t.

38) - Terre in argine - La terra per la formazione di rilevati o arginature dovrà essere di norma compresa fra il tipo A7-5 della classifica C.N.R. U.N.I. 10006, con contenuto minimo di sabbia del 15% e il tipo A4 della stessa classifica, con un contenuto massimo di sabbia del 50%, completamente priva di terre organiche e di residui vegetali; eventuali miscele di tipo diverso, previa verifica, dovranno essere preventivamente autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

39) - Argilla - L'argilla dovrà risultare priva di materiale organico, essere ad alta plasticità, e avere le seguenti caratteristiche (riferite al sistema di classificazione USCS):

a - gruppi di appartenenza	CL - ch
b - permeabilità	$K \geq 10^{-7}$ cm/sec. o 10-8cm/sec.
c - limite di liquidità	WL > 40%
d - indice di plasticità	> della linea A
e - granulometria residuo al setaccio:	
- da 2.00 mm.	0%
- da 0.75 mm.	≤ 50%

40) - Impermeabilizzazioni - I materiali impermeabilizzanti dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti e dovranno avere, a seconda del tipo, i seguenti requisiti:

a) Asfalto - L'asfalto sarà naturale e proverrà dalle migliori miniere, sarà in pani, compatto, omogeneo, privo di catrame proveniente dalla distillazione del carbon fossile; il suo peso specifico varierà fra i limiti di 1104÷1205 kg/m³.

b) Bitume asfaltico - Il bitume asfaltico dovrà provenire dalla distillazione di rocce di asfalto naturale, essere molle, assai scorrevole, di colore nero e scevro dell'odore proprio del catrame minerale proveniente dalla distillazione del carbon fossile e del catrame naturale.

c) Cartongfeltro bitumato cilindrato - E' costituito di cartongfeltro impregnata a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata; avrà di norma le seguenti

caratteristiche o altre qualitativamente equivalenti:

cartongfeltro tipo	contenuto solubile gr.	Peso gr/m ²
224	233	450
333	348	670
450	467	900

Questi cartongfeltri dovranno risultare asciutti, uniformemente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco.

d) Cartongfeltro bitumato ricoperto - E' costituito di cartongfeltro impregnato a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata e, successivamente, ricoperto su entrambe le facce di un rivestimento di materiali bituminosi con un velo di materiale finemente granulato, come scagliette di mica, sabbia finissima, talco, etc.; avrà di norma le seguenti caratteristiche o altre qualitativamente equivalenti:

cartongfeltro tipo	contenuto solubile gr.	Peso gr/m ²
224	660	1 100
333	875	1 420
450	1200	1 850

Questi cartongfeltri dovranno risultare asciutti, uniformemente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, buchi od altre irregolarità; il velo di protezione dovrà, inoltre, rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile.

e) Manti bituminosi prefabbricati - I manti bituminosi prefabbricati, oltre ad avere requisiti conformi alle norme UNI vigenti, avranno un supporto che potrà essere costituito da veli di vetro, da feltri o da tessuti di vetro ed un corpo costituito da bitume o mastice bituminoso; dovranno avere stabilità di forma a caldo, flessibilità e saranno imputrescibili, anigroscopici, chimicamente e fisicamente stabili, di buona resistenza alla trazione ed idonei a legarsi al bitume ossidato. I manti bituminosi prefabbricati potranno essere del tipo a superficie esterna autoprotetta con scagliette di ardesia, graniglia di marmo o di quarzo o lamine metalliche a dilatazione autocompensata.

f) Guaine in P.V.C. plastificato - Le guaine in P.V.C. plastificato, oltre ad avere requisiti conformi alle norme UNI vigenti, saranno ottenute per spalmatura di emulsioni a base di P.V.C. e plastificanti a bassa volatilità, rinforzato con velo di vetro, resistente ai raggi ultravioletti ed agli agenti atmosferici a norma SIA 280/9; dovranno inoltre essere garantite le seguenti caratteristiche:

- resistenza a	≥ 150 Kg/cm ²
- allungamento a rottura	≥ 200%
- durezza Shore	≥ A 75
- resistenza alla temperatura	da -20°C a +75°C

Se sono usate come barriera al vapore dovranno avere uno spessore minimo di 0,8 mm.; se, invece, hanno la funzione di strato impermeabilizzante lo spessore minimo dovrà essere di 1,20 mm.

41) - Materiali per pavimentazione - I materiali per pavimentazione, piastrelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2234. Per ogni locale o gruppi di locali contigui gli elementi dovranno essere assolutamente uniformi nel colore e nelle dimensioni, senza alcuna tolleranza sul calibro e, pertanto, in ciascun locale od in gruppi di locali contigui dovranno essere impiegati elementi dello stesso calibro; ogni imballaggio dovrà riportare i segni distintivi della scelta, del calibro e del colore e dovrà contenere piastrelle dello stesso calibro. Dovranno essere fornite nella forma, colore e dimensioni richieste dalla Direzione dei Lavori e inoltre:

a) Mattonelle, marmette e pietrini di cemento - Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore; la colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati e uniformi.

Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a 25 mm., avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante, non inferiore a 7 mm.

Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di 25 mm. con uno strato superficiale di spessore costante non inferiore a 7 mm. costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo.

I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a 30 mm. con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a 8 mm.; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata, secondo il disegno che sarà prescritto.

b) Pietrini e mattonelle di terracotta greificate - Le mattonelle ed i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superfici piane; sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce di inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura.

c) Piastrelle di grès rosso - Le piastrelle di grès rosso dovranno rispondere per caratteristiche e dimensioni, in aggiunta ai requisiti riguardanti le norme per i materiali ceramici, alla norma UNI 6506-09.

d) Piastrelle di grès ceramico - Le piastrelle di grès ceramico fine (porcellanato) dovranno essere ottenute con impasto di argille, caolini, e quarzo con aggiunta di fondenti (generalmente feldspati) di colore bianco-avorio; dovranno inoltre corrispondere alle norme UNI 6872/71.

e) Piastrelle di cottoforte smaltato - Le piastrelle di cottoforte smaltato dovranno essere di prima scelta, presentare assoluta regolarità di forma, spessore uniforme, perfetta aderenza degli smalti, impermeabilità, nonché resistenza agli sbalzi termici, alle abrasioni ed agli aggressivi chimici; saranno costituite da un supporto di caratteristiche tra la maiolica ed il grès rosso, con resistenza a flessione non inferiore a 150 Kg/cm² ed assorbimento d'acqua minore del 15% e da una superficie smaltata priva di scheggiature, fenditure, cavilli, fori, bolli, macchie e di durezza non inferiore al grado 6° della scala di Mohs.

f) Lastre in pietra naturale - Le pietre dovranno essere perfette, lavorabili e trasformabili in piastre, lucidabili, tenaci e resistenti all'usura; per il pezzame "a bolle-tonato" si dovrà valutare il coefficiente di usura secondo l'art. 5 del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

g) Graniglia per pavimenti alla veneziana - La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra da impurità.

h) Pezzami per pavimenti alla Palladiana - I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi dello spessore da 2 a 3 cm. di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.

i) Linoleum, gomma e resine viniliche - Si dovrà impiegare materiali rispondenti alle Norme UNI e DIN vigenti, presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature; dovranno corrispondere per la tonalità dei colori ai campioni prescelti. Gli spessori non dovranno essere inferiori a 2 mm., con una tolleranza non superiore al 5%; lo spessore verrà determinato come media di dieci misurazioni eseguite sui campioni prelevati, impiegando un calibro che dia l'approssimazione di 1/10 di mm. con piani di posa del diametro di almeno 10 mm. ed inoltre:

1. Linoleum: il materiale sarà costituito da un impasto di legante oleo-resinoso a base di olio di lino, resine speciali, farine di sughero, di legno e coloranti, calandrato su tela di juta ed essiccato a caldo; il peso del linoleum al metro quadrato non dovrà essere inferiore a 1,2 Kg. per mm. di spessore e verrà determinato sopra provini quadrati del lato di cm. 50 con pesature che diano l'approssimazione di un grammo; la stagionatura non dovrà essere inferiore a quattro mesi. Tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta, dovrà essere perfetto il collegamento tra il linoleum e la tela di juta cui è applicato; un pezzo di tappeto di forma quadrata di cm. 20 di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro 10 * (s+1) mm., dove "s" rappresenta lo spessore in mm., senza che si formino fenditure e screpolature.
2. Gomma: il materiale sarà costituito con buone mescole di gomma naturale o sintetica (in percentuale non inferiore al 10% per i tipi civili ed al 30% per i tipi industriali), vulcanizzanti e stabilizzanti, cariche e pigmenti inorganici; la lastra di posa dovrà essere priva di difetti quali porosità e rugosità, avere la superficie piana ben levigata o a rilievo, ma in ogni caso priva di efflorescenza di natura tale da alterare il colore del pavimento; la qualità del materiale dovrà, inoltre, rispondere alla normativa DIN in materia ed in particolare alla DIN 53505; 53516; 51955; 51958; 52210; 51962; 52612; 52614; 53463.
3. Resine viniliche: il materiale sarà costituito dalla mescolanza di resine viniliche, senza residuo a 60 mesh, plastificanti, stabilizzanti, additivi inorganici e con cariche minerali ad elevata cristallinità aventi granulometria inferiore a 40 micron; la reazione al fuoco dovrà essere di Classe I° secondo il Decreto del Ministero dell'Interno del 6 luglio '83, atossica, comportamento sotto l'azione della luce con indice non inferiore a 6 (DIN 53388), resistente agli acidi (DIN 51958), idoneo alla sollecitazione delle sedie a rotelle (DIN 54324). Possono essere previste mescolanze contenenti anche resine poliuretaniche, per la saturazione della porosità, oppure contenenti ossido di alluminio in granuli e carburo di silicio, per l'elevato potere antisdrucchiolo.

42) - Materiali ed apparecchiature per impianti elettrici - I materiali e le apparecchiature da impiegare per la realizzazione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio, quali azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità ed, in ogni caso, dovranno essere conformi alle norme CEI ed alle tabelle CEI - UNI; le lanterne ed i corpi illuminanti in genere dovranno rispettare le prescrizioni contenute nella L.R. n. 17 del 7 agosto '09, di cui si dovrà allegare il relativo certificato. Le conformità dei materiali e delle apparecchiature alle citate norme dovrà essere certificata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno IMQ.

43) - Materiali per opere in verde - Tali materiali dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

- Terra: la materia da usarsi dovrà essere terreno agrario, vegetale, proveniente da cortico di aree a destinazione agraria da prelevarsi fino alla profondità massima di 1,00 ml.; dovrà essere a reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto e comunque adatta a ricevere una coltura erbacea o arbustiva permanente, privo di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti, nonché di materie che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche, avente uno scheletro di diametro maggiore di 2 mm. ed inferiore a 20 mm., non eccedente il 25% del volume e con parte fina (limo+argilla) non superiore al 50%; dovrà risultare priva di ciottoli, detriti, radici ed erbe infestanti.
- Concimi: i concimi minerali semplici o complessi usati per la concimazione dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali di fabbrica.
- Materiale vivaistico: il materiale vivaistico potrà provenire da qualsiasi vivaio purché l'Impresa dichiari la provenienza; le piantine e le talee dovranno essere comunque immuni da qualsiasi malattia parassitaria. La pianta deve presentarsi forte sana, ben nutrita e ricca di riserve; il fusto dovrà essere diritto dalla base alla vetta. L'innesto al piede deve presentare evidente affinità o comunque non evidenziare disaffinità. Devono essere assenti le riprese vegetative (cosiddette "a pipa") che ne discostino la linea dell'asse centrale.
- Semi: l'Impresa dovrà dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure il grado di purezza ed il valore germinativo di essa; qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad

aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie; la Direzione dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, rifiutare partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

- **Zolle:** dovranno prevenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcito. La composizione floristica della zolla dovrà risultare da un insieme giustamente equilibrato di specie leguminose e graminacee; sarà tollerata la presenza di specie non foraggere ed in particolare della *Achillea millefolium*, della *Plantago* sp.pl., della *Salvia pratensis*, della *Bella perennis*, del *Ranunculus* sp.pl., mentre dovranno in ogni caso essere escluse le zolle con la presenza di erbe particolarmente infestanti fra cui *Rumex* sp.pl., *Artemisia* sp.pl., *Catex* sp.pl. e tutte le *Umbrellifere*.

La zolla dovrà presentarsi completamente rivestita della popolazione vegetale e non dovrà presentare soluzioni di continuità; lo spessore della stessa dovrà essere tale da poter raccogliere la maggior parte dell'intrico di radici delle erbe che la costituiscono e per poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a 8 cm.; a tal fine non saranno ammesse zolle ricavate da prati cresciuti su terreni sabbiosi o comunque sciolti, ma dovranno derivare da prati coltivati su terreno di tipo medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

44) - Prodotti per tinteggiature, pitture, vernici, smalti - Tutti i prodotti in argomento devono essere forniti in cantiere nei recipienti originali sigillati, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza. I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza della Direzione dei Lavori, non devono presentarsi con pigmenti irreversibilmente sedimentati, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere. Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti devono essere del tipo "pronti all'uso" e in essi non è consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza vietato, salvo se esplicitamente prescritto, preparare pitture e vernici in cantiere. Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si fa riferimento alla UNI 4715 (e relative norme sostitutive) ed alle norme UNICHIM.

a - **Pigmenti e cariche** - Devono rispondere alle norme UNICHIM ed in particolare:

- Ossido di zinco: detto anche "bianco di zinco" dalle F.N. UNICHIM 70 - 1969; dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più dell'1% di altre impurità; l'umidità non dovrà superare il 3%.
- Biossido di titanio: per le pitture esterne viene impiegato esclusivamente il tipo rutilo (densità relativa 4,2); è vietato in ogni caso, l'uso del biossido di titanio tagliato con solfato di calcio tipo 2.
- Minio: c.f.r. il punto 3 delle F.N. UNICHIM 71 - 1969; sia se ottenuto dal piombo (sesquiossido di piombo) che dall'alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, etc.).
- Bianca: a norma dell'art. 1 della legge 19 luglio 1961, n. 706, l'uso del carbonato di piombo e di qualsiasi pigmento contenente detto prodotto, viene assolutamente vietato.
- Coloranti: devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da soli metalli, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati così da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

Devono avere ottimo potere coprente, resistenza alla luce e perfetta incorporabilità.

b - **Leganti, solventi e diluenti** - Possono essere di tipo naturale o sintetico; le relative caratteristiche sono accertabili con le determinazioni ed i metodi di prova UNICHIM 52 ed UNICHIM 1 - 1972 (solventi di origine minerale per prodotti verniciati). Con riguardo poi ai prodotti di più comune impiego si osservano le seguenti prescrizioni:

- Olio di Lino Cotto: Deve essere ben depurato, di colore chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, etc.; non deve lasciare alcun deposito e se disteso sopra una lastra di vetro o di metallo deve essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore; deve, inoltre, avere acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1% ed alla temperatura di 15°C deve presentare una densità compresa fra 0,91 e 0,93.
- Acquaragia: Può essere vegetale o minerale; la prima prodotta per distillazione delle resine di pino, deve essere scevra di sostanze nonché limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima; la sua densità a 15°C deve avere il valore di 0,87; la seconda avrà densità 0,78 Kg/dm³, contenuto in aromatici del 15-20% in volume, ed acidità nulla.
- Colla: Per la preparazione delle tinte a colla e per fissativi, la colla deve essere a base di acetato di polivinile o cellulosa, in rapporto agli impieghi; non è comunque consentito l'uso della cosiddetta "colla forte".

c - **Pitture all'acqua** (idropitture) - Sono sospensioni acquose inorganiche, contenenti delle colle o delle emulsioni di sostanze macromolecolari sintetiche. Per esse, oltre alle prove contenute nella UNI 4715, sono richieste delle prove aggiuntive di qualificazione, da eseguire con le modalità di seguito specificate:

- Prova di adesività: F.N. UNICHIM 14 - 1969;
- Prova di resistenza agli alcali: UNICHIM 175 - 1971;

1 - Latte di calce - Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione; vi si potrà aggiungere la quantità di nerofumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.

2 - Tempera - La tempera sarà preparata con sospensioni acquose di pigmenti e leganti a base di colle naturali o sintetiche, dovrà avere un buon potere coprente ed essere ritinteggiabile.

3 - Pittura cementizia - La pittura cementizia sarà preparata con cemento bianco, pigmenti bianchi o coloranti in misura massima del 10% ed eventuali additivi chimici in polvere in piccoli quantitativi secondo le indicazioni della Ditta produttrice e dovrà essere ultimata entro 30 minuti dalla preparazione; una volta indurita è severamente fatto divieto di diluirla in acqua per una eventuale riutilizzazione.

4 - Idropittura a base di resine sintetiche - Le idropitture a base di resine sintetiche non dovranno mai essere applicate su preesistenti strati di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto; gli intonaci su cui andranno applicate tali idropitture dovranno essere preventivamente ed idoneamente preparati. Le idropitture dovranno risultare confezionate con resine sintetiche disperse in acqua e con l'impiego di idonei pigmenti; resta escluso nel modo più assoluto l'impiego di caseina, calce, colle animali e simili. Le idropitture per interno dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- pigmento 40+50%: costituito da ossido di titanio in quantità non inferiore al 50% del pigmento;
- veicolo 60+40%: costituito da resine sintetiche poliacetoviniliche omopolimere o copolimere disperse in acqua, con residuo secco non inferiore al 30% del veicolo;
- spessore della pellicola: minimo 25 micron per ogni mano.

L'applicazione delle mani successive non dovrà essere eseguita se non siano trascorse almeno 12 ore da quella precedente. Le idropitture per esterno, contenenti quarzo, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- pigmento 58+62%: costituito almeno dal 30% da ossido di titanio rutilo ed 45% min. o il 55% max. da polvere di quarzo;
- veicolo 38+42%: costituito da resine sintetiche acriliche o poliacetoviniliche con residuo secco non inferiore al 35% del veicolo;
- spessore della pellicola: minimo 35 micron per ogni mano.

L'applicazione delle mani successive non dovrà essere eseguita se non siano trascorse almeno 12 ore da quella precedente.

d - **Pitture ai silicati** - Sono costituite da un legante a base di silicato di potassio, silicato di sodio, o di una miscela dei due; i pigmenti, di tipo esclusivamente inorganico, per lo più ossidi di ferro, sono trattati in modo da risultare stabili all'acidità ambientale.

Il processo di essiccazione avverrà attraverso una prima fase fisica, di evaporazione, ed una successiva, chimica, di assorbimento d'acqua dall'ambiente circostante capace di generare delle reazioni all'interno dello strato di pittura e tra la pittura e l'intonaco del supporto. Il silicato di

potassio reagisce con l'anidride carbonica e l'acqua presente nell'atmosfera originando polisilicati complessi; a contatto con il supporto, il silicato di potassio reagisce con il carbonato dell'intonaco formando silicato di calcio. La qualità della pittura ai silicati deve essere tale da assicurare un legame chimico stabile con l'intonaco sottostante per cui la pittura non deve essere soggetta a fenomeni di esfoliazione e deve agire da consolidante del supporto; la pittura ai silicati non deve modificare la traspirazione ai vapori del supporto oltre il 5+10% (in valore assoluto); non deve contenere additivi a base di resine sintetiche superiore al 2+4%; deve risultare resistente ai raggi U.V., alle muffe, ai solventi, ai micro organismi e, in genere, a tutti i principali tipi di inquinanti atmosferici.

e - Pitture a olio - Appartengono alla categoria delle pitture essiccanti per ossidazione; il processo risulta rinforzato con l'aggiunta di opportuni siccativi (sali di acidi organici di cobalto, manganese, etc.), innestati in dosi adeguate.

Per la corretta applicazione, le pitture ad olio devono risultare composte da non meno del 60% di pigmento e da non oltre il 40% di veicolo.

f - Pitture oleosintetiche - Composte da olio e resine sintetiche, con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti, esse devono risultare resistenti agli agenti atmosferici, all'acqua (per immersione non inferiore a 18 ore), alla luce (per esposizione non inferiore a 72 ore) ed alle variazioni di temperatura, in rapporto alle condizioni d'impiego ed alle prescrizioni.

g - Vernici - Perfettamente trasparenti, derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flattings grasse e fini) o da resine sintetiche, escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazioni, devono formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistente all'azione degli oli lubrificanti e della benzina (prova F.M. UNICHIM 40 - 1969).

Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al clorocaucciù, etc.) devono essere fornite

nelle loro confezioni originali sigillate e devono corrispondere perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste dalle norme UNICHIM. Caratteristiche comuni devono essere l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità di essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed, in generale, agli agenti atmosferici.

h - Smalti - Nel tipo grasso hanno come leganti le resine naturali e come pigmenti il biossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco; nel tipo sintetico hanno come componenti principali le resine sintetiche (nelle loro svariate formulazioni: alchidiche, malciche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, etc.) ed il bianco di rutilo e, come componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonimento, anticorrosivi, etc.). Gli smalti devono avere un ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere.

i - Rivestimenti anticorrosivi - I rivestimenti anticorrosivi saranno del tipo a base di resine epossidiche del tipo aromatico catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, con diluenti reattivi e plastificanti di tipo x-tropia; le prove di resistenza della vernice ed il controllo dell'applicazione saranno eseguite in base alle Norme U.N.I. 4715, ed il prodotto sarà considerato idoneo se, dopo una immersione di 60 giorni, la superficie si presenta integra e senza segni di vescicature; l'eventuale mutamento di colore del rivestimento non sarà considerato prova di inidoneità.

L'Appaltatore, poi, dovrà garantire il rivestimento protettivo per una durata, oltre l'anno di garanzia generale dell'opera, di ulteriori tre anni, durante i quali la Stazione Appaltante avrà diritto all'esecuzione gratuita di tutte le riparazioni che si rendessero necessarie in conseguenza di eventuali degradazioni dovute a deficienze del rivestimento sia in ordine alla qualità del prodotto che alla relativa modalità di applicazione; la garanzia non coprirà le degradazioni dipendenti da cause fortuite, anormali od accidentali.

45) - Cordoncini - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto - Scivoli per accessi - Guide e masselli per pavimentazione - Tali manufatti dovranno soddisfare i requisiti stabiliti dalle "Tabelle UNI 2712, 2713, 2714, 2715, 2716, 2717, 2718 - Ed. 1945".

Art. 55 - PROVE DEI MATERIALI - CERTIFICAZIONI DI CONFORMITÀ

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevare in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni al laboratorio prove ed analisi debitamente riconosciuto. L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio tecnico o sedi distaccate dell'Amministrazione appaltante, numerandoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori (o dal suo assistente di cantiere) e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità. Per la fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale di seguito elencate:

- apparecchi, giunti, appoggi e sistemi antisismici per ponti e viadotti;
- barriere di sicurezza;
- barriere fonoassorbenti;
- impianti elettrici;
- impianti di illuminazione;
- impianti di ventilazione;
- impianti tecnologici per l'edilizia civile ed industriale;
- segnaletica verticale e orizzontale.

L'Impresa appaltatrice delle relative forniture si dovrà attenere alle specifiche riportate sulle circolari del Ministero dei LL.PP. del 16/5/1996, n. 2357, 27/12/1996, n. 5923, 9/6/1997, n. 3107 e del 17/6/1998, n. 3652 nei riguardi della presentazione della dichiarazione di impegno o di conformità o certificazione di conformità sia all'atto dell'offerta che all'aggiudicazione dei lavori. Per i prodotti per i quali sono state emanate le disposizioni attuative che consentono l'apposizione del marchio di conformità C.E. o laddove sia prevista una procedura di omologazione/approvazione dello stesso che sostituisce la certificazione di conformità.

Art. 56 - LE INDAGINI PRELIMINARI

Le indagini preliminari che potranno essere utilizzate sono di due tipi:

- a) indagini non distruttive (termografia, indagini soniche, georadar, tomografia sonica e radar);
- b) indagini minimamente distruttive (martinetti piatti, sclerometro, prove di penetrazione, pull test).

Nel primo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione che escludano interventi artificiali o a carattere invasivo tali da alterare in qualsiasi modo le caratteristiche fisico-chimiche delle parti oggetto di indagine.

A questa prima categoria appartengono le seguenti tecnologie:

1) fotogrammetria per la ripresa e restituzione di immagini fotografiche completamente prive di distorsioni provocate dall'impiego delle ottiche normalmente utilizzate;

2) termografia per il rilevamento delle radiazioni elettromagnetiche (comprese tra 0,4 e 0,75 micron) e di immagini non comprese nella banda del visibile ma estese nel campo dell'infrarosso e più precisamente nella regione spettrale compresa tra 2 e 5,6 micron visualizzando su un monitor la mappa termica o termogramma della distribuzione della temperatura superficiale dei vari materiali, visualizzabile attraverso scale di colori o toni di grigio. Ad ogni colore o tono della scala di grigi, corrisponde un intervallo di temperature. Le apparecchiature all'infrarosso misurano il flusso di energia a distanza senza alcun contatto fisico con la superficie esaminata. Lo schema di funzionamento si basa su una videocamera ad infrarossi che trasforma le radiazioni termiche in segnali elettrici, successivamente convertiti in immagini, a loro volta visualizzate su un monitor e registrate. In particolare nella videocamera, la radiazione infrarossa che raggiunge l'obiettivo, viene trasmessa dal sistema ottico ad un elemento semiconduttore, il quale converte le radiazioni infrarosse in un segnale video, mentre l'unità di rilevazione elabora il segnale proveniente dalla telecamera e fornisce l'immagine termografica. L'apparecchiatura termovisiva deve comprendere una telecamera, capace di effettuare riprese secondo angoli da +0 a -90° su uno stesso piano e dotata di obiettivi intercambiabili con lenti al germanio o al silicio

ed una centralina di condizionamento del segnale con monitor. Il campo di misura dell'apparecchiatura deve essere compreso tra -20°C e +900°C con una sensibilità migliore di 0,5°C. La banda di radiazione dell'apparecchiatura dovrà essere compresa tra 2 e 5,6 μm . L'apparecchiatura dovrà rendere possibile la registrazione delle immagini, su pellicola fotografica in bianco e nero e/o colori, su nastro magnetico. Deve inoltre essere prevista la possibilità di montare l'apparecchiatura su carrello semovente autoportante per poter costituire unità autonoma; queste apparecchiature sono comunemente portatili e autoalimentate;

3) misurazione della temperatura e dell'umidità effettuata con termometri ed igrometri in grado di fornire i valori relativi alle superfici prese in esame; tali misurazioni possono essere eseguite anche con strumentazioni elettroniche di precisione e con l'umidometro a carburo di calcio;

4) misurazione dei valori di inquinamento atmosferico attraverso la rilevazione dei dati sulle radiazioni solari, direzione del vento, le precipitazioni e la pressione esterna;

5) la rilevazione fotografica con pellicole normali o all'infrarosso per un'analisi più approfondita delle caratteristiche dei materiali e delle loro specificità fisico-chimiche;

6) endoscopia necessaria per l'esame ottico di condotti o cavità di piccole dimensioni per mezzo di piccole telecamere o strumenti fotografici integrati con apparecchi illuminanti e, a volte, con l'impiego di fibre ottiche. Per questa indagine si devono prediligere cavità già esistenti onde evitare la manomissione del materiale che ne deriverebbe da un foro appositamente praticato per svolgere l'indagine. Tale indagine è effettuata per mezzo dell'endoscopio che può essere di tipo rigido o di tipo flessibile. L'endoscopio rigido è un sistema ottico a lenti contenuto in un rivestimento rigido. Deve essere prolungabile fino a 2 metri mediante aggiunta di ulteriori elementi ottici e deve essere dotato di sistema di illuminazione per agevolare l'osservazione. Dovrà essere consentita la visione diretta a 45° e 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive.

L'endoscopio flessibile permette la trasmissione dell'immagine e della luce tramite fibre ottiche. E' comunemente dotato di testa mobile e prisma di conversione a 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive;

7) misurazione degli inquinanti atmosferici effettuata con strumenti specifici per la rilevazione dei parametri di anidride carbonica, anidride solforosa, anidride solforica, ossidi di azoto, acido cloridrico, polveri totali, solfati, cloruri, nitrati ed altre sostanze presenti in sospensione nell'aria o depositate sul terreno;

8) magnetometria impiegata per la rilevazione dei materiali ferrosi anche inglobati in altre sostanze; dopo la lavorazione gli orientamenti dei magnetini contenuti nei manufatti rimangono inalterati, costituendo un campo magnetico facilmente rilevabile da apparecchiature magnetometriche; la ricerca è basata sul principio dell'induzione elettromagnetica e lo strumento utilizzato è il metal-detector che localizza la presenza di metalli con emissioni magnetiche effettuate da bobine o altri generatori di campi. Gli elementi che costituiscono questa apparecchiatura sono più sonde rilevatrici, con diversa precisione di rilevamento e con uscite per registratore, e una centralina analogica a due o più scale per la lettura della misura a seconda della differente sensibilità della sonda utilizzata. Queste apparecchiature sono comunemente portatili ed autoalimentate;

9) colorimetria che analizza il manufatto sulla base dell'indagine fotografica effettuata con una serie di colorimetri standardizzati secondo la scala Munse che consentono l'individuazione delle varie sostanze presenti nelle parti analizzate. Esistono, inoltre, degli altri tipi di indagine che rientrano sempre tra quelli classificati non distruttivi ma che hanno un piccolo grado di invasività quali:

10) indagini soniche effettuate con fonometri in grado di emettere impulsi sonici e captare delle onde sonore, attraverso la percussione con appositi strumenti o con trasduttori elettrodinamici, registrando la deformazione delle onde elastiche che forniscono elementi per la valutazione del degrado delle murature o eventuale presenza di lesioni. L'elaborazione dei dati, invece, consiste nel calcolo del tempo e della velocità di attraversamento dell'impulso dato dalla muratura. Il principio generale dell'indagine sonica si basa su alcune relazioni che legano la velocità di propagazione delle onde elastiche, attraverso un mezzo materiale, alle proprietà elastiche del mezzo stesso. L'apparecchiatura dovrà essere predisposta per l'uso di una vasta banda di frequenza compresa tra 100 e 1000 Hz e consentire l'utilizzo di uscita su monitor oscilloscopico che permette l'analisi delle frequenze indagate. Gli eventi sonici studiati dovranno poter essere registrati in continuo;

11) indagini con ultrasuoni eseguite per mezzo di fonometri particolari in grado di emettere dei segnali che vengono registrati da un captatore (interno all'apparecchio stesso) che misura:

- a. la velocità del suono in superficie per individuare le alterazioni superficiali dei materiali,
- b. le misure radiate, non sempre possibili (in quanto registrate sulla superficie esterna e su quella interna), per verificare l'omogeneità dei materiali.

Gli elementi che compongono questa apparecchiatura sono una centralina di condizionamento del segnale munita di oscilloscopio e sonde piezoelettriche riceventi, trasmettenti e ricetrasmettenti. L'apparecchiatura avrà diverse caratteristiche a seconda del materiale da indagare (calcestruzzo, mattoni, elementi lapidei, metalli). Le frequenze di indagine comprese tra i 40 e i 200 KHz dovranno essere utilizzate per prove su materiali non metallici, mentre per i materiali metallici il range adottabile è compreso tra i 500 ed i 5000 KHz. L'apparecchiatura è comunemente autoalimentata e portatile;

12) il rilievo della luminosità che viene misurato con un luxmetro che verifica l'illuminazione dei vari oggetti, con un ultraviometro che misura la radiazione ultravioletta, con termometri e termografi per la misurazione della temperatura di colore - i dati rilevati vanno comparati a parametri standard che prevedono un'illuminazione max di 250-300 lux per pietre e metalli, 180 lux per legno e dipinti (il lux equivale all'illuminazione prodotta da una sorgente di 1 candela su una superficie ortogonale ai raggi ad una distanza di 1 metro), temperatura di colore 4.000 K, umidità relativa 55-60%.

Oltre a quelle già descritte esistono delle tecniche di analisi che hanno caratteristiche distruttive di lieve entità e che si rendono necessarie per la valutazione di alcuni parametri:

13) analisi con i raggi X per l'identificazione della struttura di una sostanza cristallina individuandone i vari componenti. Il materiale viene irradiato con un isotopo radioattivo e l'energia assorbita viene rimessa sotto forma di raggi X caratteristici degli elementi chimici presenti nel materiale;

14) prove chimiche necessarie per stabilire la composizione della malta che viene analizzata con:
dissoluzione del campione in acido cloridrico con concentrazioni e temperature variabili; quantità di gas carbonico nei componenti carbonati;

- dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua di assorbimento;
- dosaggio sostanze organiche;

15) analisi spettrofotometriche per l'identificazione ed il dosaggio degli ioni presenti in una soluzione acquosa - campo del visibile (0,4-0,8 μm), ultravioletto (0,000136-0,4 μm) e infrarosso (0,8-400 μm);

16) microscopia ottica per l'analisi del colore, dei caratteri morfologici e delle caratteristiche specifiche di ciascuna sostanza;

17) microscopia elettronica per lo studio della distribuzione delle singole parti e dei prodotti di alterazione;

18) studio petrografico in sezione sottile per analizzare sezioni di materiale di spessore molto ridotto ed osservate al microscopio elettronico a scansione;

19) analisi conduttometriche per la valutazione della presenza di sali solubili in acqua nel campione esaminato senza stabilire il tipo di sale eventualmente presente.

Nei processi di analisi dei campioni sono richieste anche le seguenti prove fisiche e meccaniche:

- valutazione della porosità con porosimetri a mercurio e picnometri Beckman in grado di definire, conseguentemente, il livello di permeabilità all'acqua e quindi lo stato di degrado di un materiale;

- analisi granulometrica con setacci a maglie da 60 a 400 micrometri per la definizione della distribuzione del materiale e lo studio dei parametri conseguenti;
- capacità di imbibizione definita con il controllo del peso prima e dopo l'immersione dei vari campioni di materiali. La superficie viene cosparsa con tintura liquida che viene condotta verso le fessurazioni e verso le porosità superficiali. Viene applicato un rilevatore per individuare la presenza e l'ubicazione dei difetti;
- assorbimento per capillarità misurato su campioni posti a contatto con una superficie liquida;
- prove di compressione, taglio e trazione eseguite sui campioni di vari materiali per la definizione delle caratteristiche di ciascun elemento.

Nel secondo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione ispezionando direttamente la morfologia muraria, servendosi di prove leggermente distruttive. A questa seconda categoria appartengono le seguenti tecnologie:

- a) martinetti piatti che misura lo stato di sollecitazione basandosi sullo stato tensionale in un punto della struttura; tale misura si ottiene introducendo un martinetto piatto in un taglio effettuato lungo un giunto di malta. A fine prova lo strumento può essere facilmente rimosso e il giunto eventualmente risarcito. Lo stato di sforzo può essere determinato grazie al rilassamento causato dal taglio perpendicolare alla superficie muraria; il rilascio, infatti, determina una parziale chiusura del taglio. La prova prosegue ponendo il martinetto piatto nell'apertura e aumentando la pressione in modo da riportare i lembi della fessura alla distanza originaria, misurata prima del taglio. La parte interessata dall'operazione può essere strumentata con estensimetri rimovibili. In tal modo è possibile misurare con precisione gli spostamenti prodotti dal taglio e dal martinetto durante la prova;
- b) sclerometro a pendolo consiste nel colpire la superficie del calcestruzzo con una massa guidata da una molla e la distanza di fine corsa viene espressa in valori di resistenza. In questo modo viene misurata la durezza superficiale;
- c) pull-off test consiste nell'applicare una sonda circolare d'acciaio alla superficie del calcestruzzo con della resina epossidica. Si applica poi una forza di trazione alla sonda aderente, fino alla rottura del calcestruzzo per trazione. La resistenza alla compressione può essere misurata tramite i grafici della calibratura;
- d) prove penetrometriche statiche si basano sulla misura dello sforzo necessario per far penetrare, a velocità uniforme, nel terreno, un'asta con cono terminale di area superficiale di 10 cm² e una conicità di 60°;
- e) prove penetrometriche dinamiche si basano sulla misura dei colpi necessari per infliggere per 10 cm nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste. Le misure devono essere eseguite senza soluzione di continuità a partire dal piano di campagna; ogni 10 cm di profondità si rileva il valore del numero di colpi necessari all'infissione. Norme standard europee definiscono le caratteristiche geometriche della punta, il peso e la corsa della massa battente: punta conica da 10 cm², maglio (peso della massa battente) da 30 kg. e altezza di caduta (corsa) di 20 cm.;
- f) vane test utilizzabile per la determinazione in sito della resistenza a taglio di terreni coerenti. La prova consiste nel misurare la coppia di torsione che si ottiene infiggendo ad una data profondità del terreno un'asta terminante con aletta e facendola ruotare; sulla superficie di rotazione si sviluppa una reazione che consente la determinazione della resistenza al taglio;
- g) incisione statica si serve di una sonda di penetrazione (a punta piccola) che viene spinta meccanicamente attraverso la superficie di un materiale, solitamente metallo, sotto un carico specifico; si misura la profondità dell'incisione e si può valutare la resistenza del materiale.

Art. 57 - MODO DI ESECUZIONE DELLE OPERE E PRESCRIZIONI SPECIALI

Tutti i lavori occorrenti per dare ultimata le opere appaltate dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole delle varie arti e in conformità alle prescrizioni che, in corso di esecuzione, saranno impartite solamente dalla Direzione dei Lavori, in modo che le opere stesse risultino perfette in ogni loro parte. L'Assuntore dovrà pertanto fornire maestranze adatte alla specialità dei lavori da compiere. Rimane stabilito che l'Impresa attuerà sempre a sue cure e spese tutte le provvidenze necessarie per prevenire danni sia alle persone che alle cose, nei limiti previsti dai D.Lgs 81 del 9 aprile '08 e D.Lgs 106 del 3 agosto '09. Dei lavori eseguiti non regolarmente, la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare, in qualsiasi tempo, la demolizione e ricostruzione senza compenso di sorta, rimanendole inoltre la facoltà di addebitare all'Appaltatore le maggiori spese derivanti dall'inesatta esecuzione degli ordini. Inoltre, per ogni categoria di lavoro, dovranno essere osservate le prescrizioni speciali qui sotto riportate:

1 Tracciamenti - Diserbamento e scoticamento

1.1 - Tracciamenti - Prima di porre mano ai lavori l'Impresa dovrà eseguire idonei capisaldi di riferimento, la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino indicati l'asse e i limiti degli scavi. A tempo opportuno dovrà porre nei tratti che saranno indicati dalla Direzione dei Lavori le modine necessarie a determinare con precisione l'andamento tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori. Per le opere stradali e fognarie, l'appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della apposizione e conservazione dei picchetti, ed eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra. Qualora dal tracciamento risultassero scavi o rilevati in quantità eccedenti le previsioni progettuali, l'Appaltatore dovrà tempestivamente avvisare la Direzione dei Lavori affinché siano introdotte le necessarie variazioni e non si abbiano successivamente eccedenze che potranno non essere contabilizzate, e che comunque non saranno, se non denunciate in fase di tracciamento, considerate variazioni ed addizioni al progetto approvato agli effetti dell'applicazione dell'art. 134 del Regolamento (ex D.P.R. 554/99).

1.2 - Diserbamento e scoticamento - Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi, mentre lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua. Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

- il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.

Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di 20 cm. al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

2 Demolizioni in genere

2.1 - Demolizioni - Le demolizioni in genere, sia in rottura che parziali o complete, dovranno essere eseguite con ordine, in modo da non danneggiare le residue murature, e con le necessarie precauzioni tali da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori e da evitare incomodi o disturbo.

Rimane perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Nelle demolizioni, l'Appaltatore dovrà procedere in modo da provvedere alle eventuali necessarie puntellature per sostenere le parti che devono restare e disporre in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora, a giudizio della Direzione dei Lavori, potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante; l'Appaltatore dovrà inoltre provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito, etc. La Direzione dei Lavori si riserva di disporre con facoltà insindacabile l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Qualora, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno, pure a cura e a spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e messe in ripristino le parti indebitamente demolite. I materiali inutilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno essere sempre, e al più presto, trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto alle discariche autorizzate poste a qualsiasi distanza, con oneri di smaltimento a carico dell'Appaltatore, e, comunque, fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi carichi in rifiuto di materie.

2.2 - Fresatura di strati in conglomerato bituminoso - La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume, per l'intero spessore o parte di esso, dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico su autotreno del materiale di risulta; potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali "ripper", escavatore, demolitori, etc., a discrezione della Direzione dei Lavori ed a suo insindacabile giudizio. La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese asfaltiche da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi). L'Impresa dovrà scrupolosamente attenersi agli spessori di demolizione stabiliti dalla Direzione dei Lavori: qualora dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto a quanto ordinato, l'Impresa è tenuta a darne l'immediata comunicazione alla Direzione dei Lavori per i provvedimenti del caso. Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di cavo fresato dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito. Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato, che andrà rullato, che le pareti, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, dovranno risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso. Le attrezzature dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate secondo la "direttiva macchine", D.P.R. 24/7/1996, n. 459.

La ditta Appaltatrice dovrà essere in regola e attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili

2.3 - Idrodemolizioni: La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min., regolabili per quanto attiene la velocità operativa. Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto. L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante. Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs. 626/94, D.Lgs. 494/96, etc.) alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

2.4 - Scarificazioni di pavimentazioni esistenti: Per gli interventi su pavimentazioni stradali già esistenti sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, previo ordine della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore meccanico opportunamente guidato. La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa; qualora la Direzione dei Lavori ritenga opportuno allontanare e smaltire il materiale risultante dalla scarificazione, la ditta Appaltatrice, senza alcun indennizzo, dovrà essere in regola nonché attenersi a tutte le disposizioni a norma di legge vigente in materia di trasporto e di smaltimento dei materiali di rifiuto provenienti dai cantieri stradali o edili.

3 Scavi e reinterri

3.1 - Scavi e sbancamenti in genere - Gli scavi occorrenti per la preparazione del terreno saranno eseguiti in conformità a quanto previsto in progetto, salvo le eventuali varianti che dovesse disporre la Direzione dei Lavori. Gli scavi, delle dimensioni prescritte e con il fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto, dovranno essere effettuati con mezzi idonei, adottando tutti gli eventuali provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento. Il materiale di scavo dovrà essere accumulato su luoghi scelti dall'Appaltatore, o all'interno del cantiere ma ad una distanza sufficiente per consentire il passaggio del personale addetto ai lavori. La natura del fondo scavo o, più in generale, del terreno dovrà avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro; l'Appaltatore dovrà consegnarli al giusto piano prescritto, con scarpate regolari, con cigli ben profilati, eseguendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo gli eventuali tagli, riprese e sistemazioni di scarpate, e tutte le opere necessarie in corso di lavoro per garantire lo scolo delle acque sia naturali che piovane al fine di evitare il danneggiamento di proprietà private e pubbliche. A lavori ultimati, si dovranno ripulire le zone attorno agli scavi e, se necessario, ricaricarle con materiale idoneo; tutti gli oneri sopradetti si intendono a carico dell'Impresa e ben compensati con il prezzo unitario di scavo. Le materie provenienti dagli scavi non utilizzabili o non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione di rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori dal cantiere, depositandole su aree o su discariche autorizzate che l'Appaltatore deve provvedere a sue cure e spese, salvo che la Direzione dei Lavori non disponga per il trasporto di detto materiale in luoghi entro il territorio comunale. Ciò vale in particolare per il terreno vegetale che dovrà essere separato dal materiale magro non coltivabile e trasportato, senza alcun indennizzo, in zone messe a disposizione dall'Amministrazione. Parimenti le cave di prestito, da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore, al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acque ed impaludamenti. Restano infine a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri derivanti dall'estirpazione di piante di qualsiasi tipo, cespugli, canne, ceppaie, radici, etc., nell'area interessata dai lavori; i materiali legnosi provenienti da tali abbattimenti dovranno essere debitamente accatastati e rimarranno a disposizione della stazione appaltante. Nell'esecuzione degli scavi in roccia con uso di mine l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e regolamenti in vigore.

3.2 - Scavi in trincea - Tali scavi in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto dei piani orizzontali od inclinati passanti per il punto più depresso del terreno naturale o per il più depresso punto di sbancamenti e splateamenti precedentemente eseguiti, chiusi tra pareti verticali riproduttori il perimetro delle fondazioni e dei drenaggi o del piano stradale. Nel caso dei muri di sostegno di controripa si intendono scavi di fondazione quelli ricadenti sotto del piano di posa del sottofondo stradale, mentre gli scavi che verranno a cadere sopra saranno considerati scavi di sbancamento a sezione libera. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazioni dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. E' vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori non ne abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione

dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini e anche con determinate contropendenze, sia in senso trasversale che in senso longitudinale.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armature e sbadacchiature il cui onere si intende compreso nel prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle cose e alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti. Gli scavi potranno, però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggior scavo eseguito oltre quello strettamente occorrente e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno ai manufatti, e ciò con materiale adatto, e al successivo costipamento di quest'ultimo; solo dietro ordine della Direzione dei Lavori tali vuoti potranno essere riempiti con pietrame accostato e calato in sito a mano in funzione di drenaggio ed il relativo verrà compensato a parte. Gli scavi in trincea, delle dimensioni prescritte e con il fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto, dovranno essere effettuati con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento (che potrebbe comportare l'allargamento della trincea e danni alla tubazione eventualmente già posata); le radici di alberi che, eventualmente, attraversassero la trincea nella zona interessata dalla posa della tubazione, devono essere accuratamente eliminate, almeno, nell'immediato interno della trincea. Il materiale di scavo deve essere accumulato lungo la trincea stessa ad una distanza sufficiente per consentire, lungo la trincea stessa, il passaggio del personale addetto ai lavori e lo sfilamento dei tubi, per evitare il pericolo che qualche pietra, cadendo, possa lesionare la tubazione posata. La natura del fondo della trincea o, più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Negli scavi in trincea, specialmente per quelli eseguiti a mano o in condizioni particolari, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare incidenti e, conseguentemente, l'Impresa ne dovrà concordare le modalità con gli Enti preposti alla previdenza sugli infortuni, esonerando la Direzione dei Lavori da qualsiasi responsabilità derivante dall'esecuzione di tali lavori. Le materie provenienti dagli scavi non utilizzabili o non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione di rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori dal cantiere, depositandole su aree o su discariche autorizzate che l'Appaltatore deve provvedere a sue cure e spese.

3.3 - Scavi subacquei e prosciugamento: Se dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, la esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm. sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm. dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

3.4 - Bonifica: La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto. Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

- A1, A3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- A1, A2-4, A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm. (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972). Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm. (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm²).

Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

3.5 - Rinterri: Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7. Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni). In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

3.6 - Sistemazione superficiale: La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto. Il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

4 Rilevati

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

I piani suddetti saranno stabiliti secondo le indicazioni degli elaborati progettuali, salvo approfondimenti, spostamenti o modifiche di altro genere date per iscritto dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera. I cigli degli scavi saranno diligentemente profilati e la loro pendenza di progetto o necessaria per impedire franamenti di materie saranno ottenuti praticando gli scavi necessari di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

La quota dei piani di posa dei rilevati si dovrà approfondire, come minimo, fino alla completa rimozione dello strato di coltre costituito da terreno vegetale o interessato dalle lavorazioni agricole praticate nella zona ricadente l'impianto dei rilevati. Quando alla suddetta quota si rinvenivano terreni appartenenti ai gruppi A1, A2 e A3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento. Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di imposta del rilevato appartengono ai gruppi A4, A5, A6 e A7 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi, fino a profondità non superiore a 1,5-2,0 m dal piano di campagna, o approfondire lo scavo dalle indicazioni degli elaborati progettuali o dai rilevamenti geognostici, per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A1, A2 e A3. Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata e ove la Direzione dei Lavori lo rende necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone.

Qualora si rivengano strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 ml) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati. Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assessamento, ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso. La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se richiesto dalla Direzione dei Lavori mediante ordine scritto; è categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati. Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati. Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali. Nei terreni acclivi si consiglia di sistemare il piano di posa a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello di falda è superficiale. In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm., previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine scritto, portando il sovrappiù a scarico a cura e spese dell'Impresa. Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione. Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento, quali:

- umidità propria del terreno;
- analisi granulometrica;
- limiti e indici di Atterberg;
- classificazione secondo la norma C.N.R. - U.N.I. 10006;
- prova di costipamento AASHO modificata.

La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e (N/mm²) determinato con piastra circolare avente diametro ϕ 30 cm. (Norme Svizzere VSS-SNV 670317 - C.N.R., B.U. n.146 del 14/12/1992).

4.2 - Formazione di rilevati - I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale; nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A1, A2 e A3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006), con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a 2 ml., costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A1, A2-4, A2-5 e A3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A1, A2-4, A2-5 e A3 da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A4 provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima del loro impiego potrà ordinare l'eventuale correzione. Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a 20 cm. con percentuale di pezzatura grossa (compresa tra 5 e 20 cm.) non superiore del 30% in peso del materiale costituente il rilevato, sempreché tale percentuale abbia granulometria sufficientemente assortita. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di 30 cm. al di sotto del piano di posa della fondazione stradale. Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A4, A5, A6 e A7 si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione. I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti, dietro ordine della Direzione dei Lavori, solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale. Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazioni necessarie da parte degli enti preposti alla tutela del territorio. Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori. E' fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserverà la facoltà di fare analizzare tali materiali da laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa; solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente 30 cm. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca AASHO modificata come di seguito riportata:

- non inferiore al 95% negli strati inferiori;
- non inferiore al 98% in quello superiore (ultimi 30 cm.).

La Direzione dei Lavori provvederà al controllo della massa volumica in sito alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato; il numero di controlli dovrà essere commisurato all'entità dell'opera: orientativamente dovrà prevedersi almeno una prova ogni circa 2.000 m³. Per i controlli può usarsi l'apparecchio a sabbia o quello a radioisotopi opportunamente tarato. Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stesa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo inaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (AASHO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro. La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dell'ultimo strato del rilevato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e determinato con piastra da 30 cm. di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mm² non dovrà essere inferiore a 50 N/mm². Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti. Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta. Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro. Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

4.3 - Formazione di rilevati con materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile: In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali. I rilevati con materiali riciclati potranno essere eseguiti previa autorizzazione della Direzione dei Lavori e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale. E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali proveniente da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R. n. 915 del 10/09/1982 e s.m.i. e dal D.Lgs. n. 22 del 5/02/1997 e s.m.i. L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente. Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e

separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali. Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei. Dovrà essere preventivamente fornita alla Direzione dei Lavori oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali. Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate. Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

Serie Crivelli e Setacci UNI	passante % in peso
crivello 71	100
crivello 40	75 - 100
crivello 25	60 - 87
crivello 10	35 - 67
setaccio 2	15 - 40
setaccio 0.4	7 - 22
setaccio 0.075	2 - 15

I componenti lenticolari non dovranno essere (definite come in BU CNR n. 95/84) in quantità superiore al 30%. Le prove di prequalificazione del materiale sono:

a) determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere, secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore all'1%;

b) prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40% in peso;

c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo G d 30.

Per la posa in opera si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante. Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale. L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %. Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale. Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0,25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 20 MPa nell'intervallo compreso tra 0,05 - 0,15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 ml. al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;
- 15 MPa nell'intervallo compreso tra 0,05 - 0,15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 ml. o più al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Per i suddetti materiali valgono le stesse prescrizioni di grado di costipamento già specificato per le terre.

4.4 - Formazione di rilevati con materiali riciclati da rifiuti speciali industriali-scorie: Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R. U.N.I. 10006 può essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno. I rilevati con scorie industriali potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale. Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del D.Lgs n. 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazione e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689). In conformità dell'art. 4 del citato D.Lgs viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica. Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio. Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame. E' riservata alla Direzione dei Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2,0 ml. terre tradizionali. Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0,075 mm., non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente « α ») dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività « α » risulta definita quale coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm²/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi < 80 μ m, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode opératoire LCPC: Measure du coefficient « α » d'activité du latier granulé de haut fourneau - Dunoid - Paris 1970).
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere <15%.

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.; nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato. A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972). Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo

di carico su piastra (diametro 30 cm.) (CNR 146 -1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0,25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;
- 20 MPa nell'intervallo compreso tra 0,05 - 0,15 N/mm² sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 ml. al di sotto della pavimentazione stradale.

5 Fondazioni su pali

5.1 - Fondazioni su pali - A seconda del tipo di pali previsti in progetto dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni generali:

a - **Pali di legno:** Prima di procedere all'approvazione della palificata la Direzione dei Lavori potrà richiedere all'Impresa l'infissione di uno o più pali allo scopo di determinare, in base al rifiuto, la capacità portante; le infissioni di prova verranno compensate secondo il prezzo di elenco. I pali, salvo diverse prescrizioni, verranno affondati verticalmente nella posizione stabilita in progetto; ogni palo che si spezzasse o deviasse

durante l'infissione dovrà essere, a richiesta della Direzione dei Lavori, tagliato o asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spesa dell'Impresa. Durante la battitura la testa dei pali dovrà essere munita di anello di ferro (ghiera) che impedisca ogni spezzatura o guasto. I pali dovranno essere battuti a rifiuto con maglio di potenza adeguata. Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata), cadente successivamente dalla stessa altezza, non supererà il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire. Le ultime volate dovranno sempre essere battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, né l'Impresa potrà in alcun caso recidere il palo senza averne avuto autorizzazione. In uno speciale registro tenuto dalla Direzione dei Lavori, che verrà firmato giornalmente da un incaricato dell'Impresa, sarà annotata, giuste le constatazioni da eseguirsi in contraddittorio, la profondità raggiunta da ogni singolo palo, il rifiuto presentato dallo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere. L'Impresa è obbligata a mettere in opera tanti battipali, quanti ne permetterà lo spazio disponibile e quanti ne potrà esigere una buona e sollecita esecuzione dei lavori; quando la testa dei pali debba essere spinta sotto acqua, il Direttore dei Lavori può permettere l'uso di un contropalo di conveniente lunghezza e diametro, munito di perno di ferro per la sua temporanea unione col palo che deve essere infisso.

b - Pali Speciali (battuti o pressati) in conglomerato cementizio costruiti in opera: La realizzazione del cavo destinato a ricevere il calcestruzzo avverrà sotto l'effetto di un maglio battente su di un tuboforma munito di puntazza, che costringa il terreno in sito a dislocarsi lateralmente, contemporaneamente all'affondarsi del tuboforma senza alcuna asportazione di terreno. I rifiuti offerti dal suolo dovranno essere riportati su apposito registro e serviranno da riferimento per la presumibile portanza del costruendo palo; ultimata l'infissione del tuboforma, verrà realizzato, a mezzo di un maglio cadente entro il tuboforma, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo. Il bulbo di base, la canna ed i bulbi intermedi, verranno realizzati con calcestruzzo avente rapporto acqua/cemento assai limitato, versato tratto a tratto in volumi modesti e battuto, oppure pressato, in maniera che si espanda nelle masse terrose circostanti e dovrà risultare di caratteristica cubica non inferiore a 250 Kg/cm². Il tuboforma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo costituente il fusto del palo. L'armatura metallica interesserà in tutto od in parte la lunghezza del palo a seconda del progetto ed andrà collocata in opera prima dell'inizio del getto nel tratto di fusto interessato dall'armatura stessa. L'introduzione del calcestruzzo nel tuboforma avverrà mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore, che dovrà essere aperta solo in prossimità della superficie raggiunta dal getto precedente. Durante i getti verrà evitato con ogni mezzo il dilavamento del calcestruzzo per falde freatiche oppure correnti subalvee.

c - Pali prefabbricati in c.a.: La Direzione dei Lavori, in applicazione del D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988) darà il benestare al tipo e lunghezza dei pali da adottare, solo dopo l'infissione di uno o più pali di saggio, allo scopo di determinare la capacità portante; l'onere di queste infissioni di saggio è stato tenuto in conto nella determinazione dei prezzi di elenco; sarà opportuno, in generale, che la posizione dei pali di saggio coincida con quella dei pali definitivi. I pali verranno numerati, così come sulla pianta di dettaglio delle fondazioni; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione, sarà demolito oppure asportato, e sostituito da un'altro a cura e spese dell'Impresa che non verrà compensata per il palo inutilizzato. Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento, prodotto da un determinato numero di colpi di maglio (volata) cadenti successivamente dalla stessa quota, non superi il limite stabilito a seguito dell'infissione dei pali saggio, in relazione alla resistenza che il palo deve offrire; a tale fine le ultime volate saranno battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, né l'Impresa è autorizzata, in alcun caso, a recidere il palo senza averne avuta autorizzazione. Le constatazioni, in contraddittorio, la profondità raggiunta da ciascun palo, ed il rifiuto relativo, saranno annotati, con numero relativo, in un registro che verrà firmato giornalmente dall'Impresa e dalla Direzione dei Lavori, e conservato a cura di quest'ultima per essere allegato agli atti da inviare all'eventuale Collaudatore e/o il Responsabile del Procedimento.

d - Pali a piccolo e grande diametro, trivellati: Per le palificate eseguite con pali trivellati si procederà all'affissione del tuboforma mediante asportazione del terreno; raggiunta la profondità necessaria, dovrà essere asportata l'acqua e la melma esistente nel cavo. Messa in opera l'eventuale gabbia metallica, si procederà al getto ed al costipamento del conglomerato cementizio con sistemi in uso e brevettati riconosciuti idonei dalla Direzione dei Lavori e adeguati alla richiesta portanza del palo. Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione dei Lavori e dovrà risultare di caratteristica cubica non inferiore a 250 Kg/cm². In particolare per i pali a grande diametro, i getti andranno eseguiti con accorgimenti che garantiscono la massima sicurezza contro i pericoli di decantazione del conglomerato o di taglio del palo. L'introduzione del calcestruzzo avverrà pertanto mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore e con le modalità di cui al precedente punto; oppure adottando sistemi di tipo "prepak", o simili; in tal caso l'estremità inferiore della tubazione di mandata sarà mantenuta costantemente immersa entro la massa di calcestruzzo fresco per almeno 2 ml., onde evitare fenomeni di disinnescio. Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la rasatura delle teste dei pali sia eseguita fino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del conglomerato non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al prolungamento del palo sino alla quota di sottopinto.

e - Pali a grande diametro con impiego di fanghi bentonitici: Per i pali a grande diametro realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso di tuboforma, lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione a seconda della natura del terreno. Per ciò che riguarda le modalità di getto del conglomerato, la rasatura delle teste dei pali, etc., vale quanto prescritto al precedente paragrafo.

f - Prova di carico: Le prove di carico saranno effettuate nel numero e con le modalità di cui al punto C.5.5. del D.M. 11 marzo 1988. Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova pari a 2,5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2,5; la Direzione dei Lavori dovrà, in contraddittorio con l'Impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo ed il plinto abbia raggiunto la stagionatura prescritta. Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zavorrato, oppure con poutrelles, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile. Se invece la prova verrà realizzata utilizzando pali di reazione, dovranno essere costruiti fuori opera pali a perdere, e si fa divieto assoluto di utilizzare, per detta prova, i pali costituenti la fondazione dell'opera; inoltre i pali di reazione dovranno essere realizzati a distanza tale da non influenzare la fondazione dell'opera. Il carico di contrasto supererà del 20% il carico di prova, affinché questo possa essere raggiunto, in ogni modo, anche se l'incastellatura fosse non centrata perfettamente rispetto al palo. Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, al fine di evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal carico di contrasto e quelle provocate dal palo in prova. Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire il mantenere invariata la pressione del liquido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere. Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio Ufficiale, con relative curve di taratura; i flessimetri saranno sistemati a 120°, a conveniente distanza dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali cedimenti. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri. La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali. Nel caso che venga realizzata la prova con cassone di zavorra, l'equilibrio di questo dovrà essere mantenuto stabile anche in prossimità del raggiungimento del carico massimo applicato. Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri ed il diagramma carichi - cedimenti.

g - Controlli esecutivi: Fermo restando la facoltà della Direzione dei Lavori, con gli oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore previsti, specificati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Impresa, ai fini dell'accertamento della buona esecuzione dei pali, dovrà predisporre,

ogni 50 pali con minimo di n. 2 pali per ogni manufatto, quanto occorre per effettuare l'applicazione di metodi di accertamento indiretto (non distruttivo).

5.2 - Pali di Sabbia - I "Pali di Sabbia" hanno per scopo il drenaggio ed il consolidamento accelerato di terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati

Si eseguono praticando dapprima nel terreno un foro senza estrazione di materiale, fino allo strato compatto di argilla; si riempie successivamente la cavità con sabbia pulita, vagliata, e per quanto possibile monogranulare, avente la granulometria prescritta dalla Direzione dei Lavori. Dalla zona di lavoro verrà tolta la prima copertura vegetale, stendendo quindi uno strato di circa 50 cm. di sabbia dello stesso tipo di quella usata per i dreni e sporgente almeno un metro al di fuori della base del rilevato. I dreni avranno il diametro, l'interasse e la lunghezza richiesti dal caso specifico e comunque concordati con la Direzione dei Lavori.

Per i "Pali di Sabbia" si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1 giugno 1988).

6 Opere di difesa idraulica

6.1 - Materassi in pietrame: Il materasso in pietrame è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore,

divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni. Il materasso sarà realizzato da un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,00 ml. l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,00 ml. a 3,00 ml., il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento; il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base. I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro. La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle norme UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro in accordo alle norme UNI 3598, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LLPP n. 2078 del 27.8.62.

Per materassi lavoranti in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, dovrà essere rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0,4+0,6 mm. La pezzatura del pietrame dovrà variare tra 1 e 1,5+2 volte la dimensione della maglia della rete.

L'indice di porosità sarà contenuto tra 0,3 e 0,4; non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico non inferiore a 2000 kg/m³.

Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento. La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore. E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano di posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegarli fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto. Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione. Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte; quindi si procederà alla operazioni di riempimento. Ultimate tali operazioni si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli, ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni. Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali. Normalmente le scarpe di appoggio si faranno inclinate di 1 : 1,5 oppure di 1 : 2, secondo la natura del terreno, tenendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose. Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente. Questa disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura. La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

6.2 - Soglie di fondo: Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inderodibile nell'alveo stesso; saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie, e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, o si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari, quali pile di ponti o altro, nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

6.3 - Prismi in conglomerato cementizio: Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} \geq 25$ MPa, in elementi di forma cubica delle dimensioni previste in progetto. I prismi dovranno presentare facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra. Per il controllo della resistenza del conglomerato si procederà secondo le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato, con l'avvertenza che l'Impresa non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione dei Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio. A questo scopo i prismi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele. Nell'eventualità che la cassetta interessi solo le quattro facce laterali del prisma, onde assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, sarà necessario provvedere prima del montaggio delle casseforme a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato. Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto; dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi. Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 h dal getto. La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi trenta giorni dalla data del loro confezionamento ed in ogni caso solo previa autorizzazione della Direzione dei Lavori. Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela per evitare che i prismi possano essere danneggiati. Prima di iniziare le operazioni di posa l'Impresa dovrà, in contraddittorio con la Direzione dei Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto. terminate le operazioni di tracciamento l'Impresa potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle. La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato. Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale e permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti.

6.4 - Massi di roccia: I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e il loro peso di volume dovrà essere maggiore o uguale a 25 kN/m³, il peso specifico ρ dovrà essere maggiore o uguale 26 kN/m³ ed il grado di compattezza $C = P/\rho$ sarà maggiore o uguale a 0,95. Le categorie di massi saranno le seguenti:

- Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg
- Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg

- Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg
- Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg
- Massi di V categoria: peso oltre i 4000 kg

La roccia, costituente i massi, non dovrà risultare geliva alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 16 novembre 1939 - n. 2232, relativa all'accettazione delle pietre naturali da costruzione. Per l'accertamento delle caratteristiche dei massi, l'Impresa, a sua cura e spese, dovrà predisporre, per l'invio a laboratorio, campioni costituiti da una serie di 24 cubi a facce perfettamente piane e parallele e con spigoli regolari delle dimensioni di 10 cm., e da una serie di 8 cubi con spigoli di 3 cm.; su ciascun campione si indicheranno quali sono le facce parallele al piano di giacitura in cava.

La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La Direzione dei Lavori ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa. Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura e sistematicamente ripetute nel corso della fornitura stessa, secondo opportunità. Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui sopra, l'Impresa dovrà disporre di:

- una bascula tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bascula sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;
- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarica delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati di appositi dinamometri tarati per la determinazione del peso di ciascun masso.

Nell'esecuzione dei lavori i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore. Il completamento e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi che dovranno essere mano a mano completata secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti. Non saranno accettati i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

6.5 - Gabbioni metallici: I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962. La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza. Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente. Preliminarmente, l'Impresa dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture. Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a $\approx$ 2,20 mm. per i gabbioni e $\approx$ 2,00 mm. per i materassi. Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere; quelle più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm. Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione dei Lavori. Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento. Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva; sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto. Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione dei Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione dei Lavori. Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0,3 e 0,4). La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza. Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

6.6 - Murature di calcestruzzo con pietrame annegato (Calcestruzzo ciclopico): Quando la Direzione dei Lavori l' avrà preventivamente autorizzato mediante ordine di servizio, potrà essere impiegato per determinate opere murarie (muri di sostegno, sottoscarpa, riempimento di cavi o pozzi di fondazioni, briglie, etc.) pietrame annegato nel calcestruzzo, sempre però di dimensioni mai superiori a 1/3 dello spessore della muratura. Il pietrame dovrà presentarsi ben spigolato, scevro da ogni impurità, bagnato all'atto dell'impiego e non dovrà rappresentare un volume superiore al 40% del volume della muratura.

7 Murature e intonaci

7.1 - Malte e loro composizione - Le malte saranno impastate meccanicamente e, solo in via eccezionale, i componenti verranno manipolati sopra tavole.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria per ottenere un impasto di conveniente consistenza, e il tutto sarà mescolato con adatti macchinari in modo che, ultimata l'operazione, il miscuglio non presenti distinte le parti che lo compongono; le malte da intonaco sempre, e le altre dietro semplice richiesta della Direzione dei Lavori, saranno passate al crivello ordinario o allo staccio. La preparazione delle malte si effettuerà sempre misurandone i componenti a volume o a peso, a seconda di quanto è prescritto in seguito o nell'elenco dei prezzi; la misura volumetrica sarà fatta con apposite casse tarate; per piccole somministrazioni misurate a secchie, queste verranno valutate di volta in volta. Sarà assolutamente proibito adoperare malte che non siano confezionate nel giorno stesso dell'impiego, rimanendo alla Direzione dei Lavori la facoltà di far sgombrare dal cantiere le malte che abbiano dato inizio di presa. Ogni cura dovrà essere usata nello spegnimento della calce aerea per evitare calcinarioli; essa potrà essere adoperata solo dieci giorni dopo la sua completa estinzione quando sia destinata alla preparazione di malta per murature, e non prima di tre mesi quanto serva per intonaci. Le malte di calce idraulica o di cemento verranno confezionate mescolando prima a secco gli ingredienti nelle proporzioni stabilite, e dovranno essere usate immediatamente dopo l'impasto. Qualora i lavori vengano eseguiti nella stagione rigida, l'Impresa dovrà adottare a sue spese tutti i provvedimenti perché le malte non abbiano a congelarsi, o, comunque, non ne venga disturbato il processo di indurimento. Se, malgrado le precauzioni prese, le malte dessero segni di danneggiamenti, resta inteso che la parte danneggiata dovrà essere demolita e rifatta a tutte spese dell'Appaltatore.

7.2 - Murature il laterizio - Per modalità esecutive delle murature si farà riferimento alle seguenti norme tecniche:

- D.M. LL. PP. 20/11/1987, "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 4/1/1989, n. 30787, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 30/1/1981, n. 21745, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma".

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in apposite bagnarole e mai per asperione; dovranno mettersi in opera con le connessioni alternative in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna e saranno posati

sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca attorno e riempia tutte le connessioni. La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm. Occorre curare la perfetta orizzontalità di ogni corso o filare di mattoni, lo sfalsamento dei giunti e la legatura dei mattoni tra di loro. Gli strati di malta devono avere uno spessore non superiore ai 10+12 mm. e devono essere uniformi, sia nei letti orizzontali di giacitura dei mattoni come nei giunti verticali, per evitare un cedimento sensibile durante l'assettamento e l'indurimento della malta; ad ogni corso si devono riempire i giunti vuoti e gli interstizi tra i mattoni facendo penetrare la malta resa fluida da un poco d'acqua in modo da non lasciare alcun vuoto neppure minimo. Una abbondante annaffiatura, oltre a far penetrare la malta nei vuoti fino a saturare ogni interstizio, serve anche ad impedire un troppo rapido prosciugamento della malta consentendo ad essa il suo naturale periodo di presa, specialmente durante il clima troppo caldo della stagione o della giornata, per cui questa si seccerebbe prima di aver raggiunto la presa. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento le connessioni di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm., e, previa raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura. Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm. all'intradosso e 10 mm. all'estradosso.

7.3 - Muratura di pietrame con malta - Le murature in pietrame saranno eseguite con scampoli di pietrame delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa e posti su letto di malta. Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta. Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio. La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessioni fra due corsi consecutivi; gli spazi vuoti che verranno a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con scaglie che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi. Qualora la muratura avesse carattere di rivestimento esterno, il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità di materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro. Le facce viste delle murature in pietrame che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta cementizia; secondo le indicazioni progettuali o gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressochè regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 10 cm. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 25 cm. e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a mosaico greggio, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si eseguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rosa. Nel paramento a corsi pressochè regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrate, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa; i conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrate, con tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra i due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza, dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti. I filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Tanto nel paramento a corsi pressochè regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 15 cm. nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, nè inferiore a 30 cm.; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm. In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm. e le connessioni avranno larghezza non maggiore di un centimetro. Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessioni delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lasciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature. Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni. Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che, ove l'amministrazione non abbia provveduto direttamente prima della gara di appalto, l'appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

7.4 - Opere in marmo, pietra naturale ed artificiale: Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione; tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta. Prima di cominciare i lavori, qualora l'Amministrazione appaltante non abbia provveduto prima dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni; detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli uffici della Direzione dei Lavori, quali termini di confronto e di riferimento. Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna, etc.), la formazione

e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, etc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione dei Lavori potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi, etc. Per le opere di una certa importanza, la Direzione dei Lavori potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'Appaltatore stesso, sino ad ottenere l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura. Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione dei Lavori alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso Appaltatore in caso contrario unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera; lo stesso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione dei Lavori. Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti. Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate. I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta a libro o comunque giocata. La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezzo fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio si intenderà lavorata a grana mezza fina o grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi. In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessioni fra concio e concio non eccedano la larghezza di 5 mm. per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm. per le altre. Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina; non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Appaltatore sarà in obbligo di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo. La pietra artificiale, ad imitazione della naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaio scelto, sottile, lavato e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, controllando poi mediante battitura a mano o pressione meccanica. Il nucleo sarà dosato con non meno di q.li 3,50 di cemento per ogni mc. di impasto normale e non meno di q.li 4.00 quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a 2 cm., da un impasto più ricco formato con cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, in modo da presentare struttura identica, per l'apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata. Inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni esuberanti rispetto a quelle definitive, in modo che queste ultime possano poi ricavarsi asportando materia a mezzo di utensili da scalpello, essendo vietate, in modo assoluto, le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte del materiale. I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori. Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse precisazioni indicate per i marmi in genere. La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi alle seguenti condizioni:

- 1. inalterabilità agli agenti atmosferici;
- 2. resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a Kg. 300 per cm² dopo 28 giorni;
- 3. le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, che con azione lenta e differita; non conterranno quindi acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumenti di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

Del materiale da impiegarsi l'Impresa presenterà campioni per l'approvazione.

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

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 0,25 ml. e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie. Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm. Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm. nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm.; l'altezza minima dei corsi non dovrà mai essere minore di 20 cm. In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm. e le connessioni avranno larghezza non maggiore di 1 cm. Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura. Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessioni delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta,

dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

7.6 - Murature di pietrame a secco: La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a 20 cm. di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra. Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso; inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura. A richiesta della Direzione dei Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque. La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

7.7 - Malte: Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78. Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con kg 400 di cemento per m³ di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con kg 350 di cemento per m³ di sabbia; quelle per intonaci con kg 400 di cemento per m³ di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature. Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese. Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui che non avessero immediato impiego saranno portati a rifiuto.

7.8 - Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo: In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista. Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte. Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedano.

7.9 - Intonaci eseguiti a mano: Nelle esecuzioni di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm. di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il frattazzo. Lo spessore finito dovrà essere di 20 mm.; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a 10 mm. e in tal caso applicato in una volta sola.

7.10 - Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite): Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa. Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori. La malta sarà di norma composta di kg. 500 di cemento normale per m³ di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori. L'intonaco potrà avere lo spessore di 20 o 30 mm. e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm. 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80+90 cm. dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere. Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori; in quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di 30+40 mm. Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1"; questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

8 Calcestruzzi

8.1 - Conglomerati idraulici, cementizi semplici e armati - Nell'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nella Legge 5 novembre 1971, n. 1086, nel D.M. 9 gennaio '96, n. 19, nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo '03 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica - ed a quelle che potranno essere successivamente emanate anche nei riguardi delle strutture in cemento armato precompresso, che si intenderanno qui integralmente trascritte. Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguite solamente dopo la verifica di stabilità statica dei calcoli e dei disegni progettuali fatta da un Ingegnere, o altro tecnico equipollente e di fiducia dell'Appaltatore, entro il termine che verrà prescritto, attenendosi ai disegni esecutivi facenti parte del progetto ed allegati al contratto nonché alle prescrizioni che gli verranno impartite all'atto della consegna dei lavori. Il tecnico verificatore, il cui compenso è a totale carico dell'Appaltatore, ha facoltà di proporre alle armature e alle dimensioni progettuali eventuali soluzioni alternative e migliorative per una più economica esecuzione dell'opera. La relativa documentazione, se previsto, dovrà essere, prima dell'inizio dei lavori, depositata presso il competente ufficio, secondo le norme di legge. Tutti i conglomerati dovranno essere eseguiti di massima a macchina; se eseguiti a mano, lo dovranno essere sopra appositi tavolati o aie di mattoni e il volume degli impasti non dovrà ad ogni modo eccedere di volta in volta il metro cubo. Per gli impasti eseguiti a mano si prescrivono non meno di quattro mescolature: le prime volte a secco (sabbia, ghiaia, calce idraulica o cemento), una terza volta per aggiungere acqua nella quantità occorrente e la quarta dopo averli bagnati. Per la composizione dei calcestruzzi in genere saranno scrupolosamente osservate le disposizioni contenute nel D.M. 19 in data 9 gennaio '96 e in quelli che eventualmente dovessero entrare in vigore durante l'esecuzione dei lavori, in aggiunta o in sostituzione del D.M. anzidetto; leganti, sabbia e ghiaietto risponderanno ai requisiti e trattamenti prescritti nella parte II°, capo II°, del nominato Decreto. Per l'esatto dosaggio dei componenti, se confezionato in cantiere, l'Impresa è tenuta a provvedere separatamente e ad ogni impasto alla misurazione a mezzo di apposite casse parallelepipedo della sabbia e della ghiaia impiegate. In genere, però, il confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà avvenire negli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei Lavori; gli impianti di betonaggio saranno di tipo automatico o semiautomatico, ma tali da garantire per tutta la durata dei lavori dei scostamenti non superiori al 4% (quattro per cento) dai dosaggi dei singoli componenti della miscela stabilita nella fase preliminare di accettazione. La lavorabilità non dovrà essere raggiunta con il maggiore impiego di acqua rispetto quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. L'Impresa, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori, potrà utilizzare l'impiego di additivi quali fluidificanti o super fluidificanti, senza che questa abbia diritto a pretendere particolari indennizzi o sovrapprezzi per il raggiungimento della classe di consistenza prevista per l'esecuzione dell'opera. La Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere varianti alle proporzioni relative dei componenti elencate nell'elenco prezzi; in tal caso verrà corrisposto all'Impresa in più o in meno il valore maggiore o minore del legante prescritto pagandolo ai prezzi dei materiali in provvista nei quali sono comprese le spese generali e l'utile per l'Impresa; il prezzo così ottenuto sarà soggetto all'andamento contrattuale. Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento al cantiere dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibile segregazione dei singoli componenti e comunque lasciando

inalterate le caratteristiche di confezionamento del calcestruzzo; i calcestruzzi dovranno essere approvvigionati in cantiere o preparati in sito soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, pulizia nelle zone oggetto di ripresa dei getti, posizionato le casseforme e predisposto le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prima del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione dei Lavori; questo in particolare modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera. La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare la ripresa dei getti; dovendosi addossare eventualmente il calcestruzzo a gettate che abbiano già fatto presa, la superficie di contatto verrà resa scabra o scalfita, pulita e lavata con acqua fresca, applicando inoltre un sottile strato di malta di cemento in modo da assicurare un buon collegamento del getto di calcestruzzo nuovo col vecchio. Il conglomerato verrà posto in opera appena impastato a strati orizzontali di spessore non superiore a 15 cm., costipato e assestato mediante vibratore meccanico o, qualora non sia possibile l'uso del vibratore per le esigue dimensioni trasversali del getto, battuto con pestelli di forma adatta, in modo da ottenere una massa compatta ben aderente alle casseforme o ai cavi e priva di vuoti. La vibrazione non deve prolungarsi troppo; di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua. I casseri occorrenti per le opere di getto devono essere sufficientemente robusti oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase del getto o la pigiatura. Contro le pareti dei casseri, per superfici in vista o a faccia-vista, si dovrà disporre di sostanze disarmanti in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi. Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato avrà raggiunto un sufficiente grado di maturazione tale da garantire la solidità dell'opera. Avanzando i lavori, la superficie dovrà essere regolarmente annaffiata, almeno per 15 giorni dal getto, affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, coperta con teli mantenuti umidi o applicati dei prodotti stagionanti che formano membrane protettive (UNI 8866, UNI 8656 e UNI 8660) per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura. Per i getti da eseguirsi in fondazione, potrà essere prescritto dalla Direzione dei Lavori e senza che l'Impresa abbia diritto ad alcun particolare compenso, qualunque provvedimento atto ad impedire sia lo smottamento anche parziale delle pareti dei cavi che l'introduzione anche casuale di elementi estranei alla massa di calcestruzzo. Nel caso di calcestruzzi gettati in presenza di acque, dovranno essere adottati, a cura e spese dell'Impresa, i provvedimenti cautelativi atti ad impedire il dilavamento dei calcestruzzi stessi, restando vietato il gettarli direttamente con pale, cofani, cazzuole, etc. I casseri per i calcestruzzi dei muri in elevazione, dovranno essere indeformabili e dovranno mantenersi otto giorni almeno dopo la gettata; è d'altra parte vietato lasciare in opera le casseforme per un tempo maggiore di giorni 60 (sessanta). Nel prezzo, poi, si intende compresa e compensata la fratazzatura a fresco del getto, secondo le pendenze eventuali prescritte dalla Direzione dei Lavori. Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia; l'applicazione si farà previa pulitura e lavatura della superficie gettata e la malta cementizia dovrà essere ben conguagliata con cazzuola, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro. Fermo restando la possibilità di prescrivere nei vari articoli di elenco una classe superiore, i conglomerati cementizi dovranno avere la seguente caratteristica cubica minima:

- calcestruzzi per fondazioni $R'_{ck} \geq 15 \text{ MPa}$
- calcestruzzi per murature semplici $R'_{ck} \geq 20 \text{ MPa}$
- calcestruzzi per strutture armate $R'_{ck} \geq 30 \text{ MPa}$
- calcestruzzi per sottofondi $R'_{ck} \geq 15 \text{ MPa}$

Inoltre, per getti particolari a faccia-vista, dovranno essere previste delle aggiunte di cemento e l'utilizzo di particolari granulometria degli inerti al fine di ottenere delle superfici regolari, omogenee e particolarmente colorate. La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato verrà disposta, da parte del Direttore dei Lavori, in conformità a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M.L.L.PP. 9 gennaio '96, ovvero:

- controllo di accettazione (punto 5), che si effettua durante l'esecuzione delle opere;
- prove complementari (punto 6), da eseguire, ove ritenuto necessario a completamento delle prove precedenti.

Nel caso che la resistenza dei provini assoggettati a prove nei laboratori omologati risulti inferiore a quello indicato negli elaborati progettuali o all'ordinativo della Direzione dei Lavori, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, quali prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi riconosciuti validi dalla Direzione dei Lavori. A controlli ultimati, verrà redatta apposita relazione, da parte dell'Impresa a firma di un tecnico abilitato, dove si indichi in base alla resistenza del conglomerato risultante, ferme restando le ipotesi di vincolo, a quali sollecitazioni e a quali carichi la struttura può essere sottoposta in fase di esercizio. Qualora la Direzione dei Lavori, previa approvazione della relazione anche da parte del Responsabile del Procedimento, decida che la resistenza caratteristica è ancora compatibile con la destinazione d'uso dell'opera progettata e in conformità delle leggi in vigore, contabilizzerà il calcestruzzo in base al valore della resistenza caratteristica risultante. Qualora, invece, tale resistenza non risulti compatibile con le finalità di progetto, l'Impresa sarà tenuta, a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei Lavori riterrà di approvare formalmente di concerto con il Responsabile del Procedimento. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto. Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica, il Direttore dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare:

- determinazione della consistenza - prova di abbassamento del cono (slump test) (UNI 9418);
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco (UNI 6393);
- massa volumica del calcestruzzo (UNI 6394/1/2);
- prova del contenuto d'aria (UNI 6395);
- resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo (UNI 7087);
- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate (UNI 6132);
- prova di resistenza a compressione con sclerometro.

Tutte le precedenti prove verranno eseguite a spese dell'Impresa secondo le modalità fissate dalla Direzione dei Lavori. I prelievi dei provini e campioni di calcestruzzo in cantiere dovranno essere conformi alle norme tecniche:

- UNI 6126 - Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere;
- UNI 6127 - Provini in calcestruzzo - preparazione e stagionatura.

Le frequenze minime di prelievo saranno come dall'allegato 2 del D.M.L.L.PP. 9 gennaio '96.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, l'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

8.2 - Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

a) Cemento: Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n. 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché nel DM n. 126 del 09/03/1988, con l'esclusione del cemento alluminoso; l'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati. All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte. Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi. I silos dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente

identificato da appositi contrassegni. Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso. E' vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

b) Inerti: Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520, parte 2a; dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche. Non dovranno contenere i minerali dannosi quali:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione dei Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932 parte 3) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati 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; 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. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella tabella sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI EN 1367-1	Perdita di massa d 4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI EN 1097-2	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI EN 1367-2	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN 1744-1	SO ₃ $\leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI EN 933	ES ≥ 80 ; VB $\leq 0,6$ cm ³ /gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN 932-3	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN 1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: metodo chimico Potenziale attività 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 EN 1744-1	Cl $\leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN 933-3	Cf $\geq 0,15$ (Dmax = 32 mm) Cf $\geq 0,12$ (Dmax = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione dei Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 m ³ di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN 933-3, minore di 0,15 (per un diametro massimo Dmax fino a 32 mm.) e minore di 0,12 (per un diametro massimo Dmax fino a 64 mm.). Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente. Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario. La curva granulometrica 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 consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.). Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio. Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato. Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

c) Acqua di impasto: L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 09/01/1996 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971. L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti (Norma UNI EN 933-1) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

d) Additivi e disarmanti: Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi, l'Impresa dovrà fornire alla Direzione dei Lavori la prova della loro compatibilità. E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

Dovranno essere impiegati prodotti specifici, conformi alla norma UNI 8866, per i quali è stato verificato che non macchino o danneggino la superficie del conglomerato cementizio indurito.

8.3 - Controlli in corso d'opera del conglomerato cementizio: La Direzione dei Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica. Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

a) Granulometria degli inerti: Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro. La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al

conglomerato cementizio. Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

b) Resistenza dei conglomerati cementizi: Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 Gennaio 1996. Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove. Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali. Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge. Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione dei Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata. Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei 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. Nel caso in cui la Direzione dei Lavori richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate questo prelievo, da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi. Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature; con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione dei Lavori verrà fissata un'area non superiore a 0,1 m²; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta; si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro;
- tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina;
- di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La Direzione dei Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi. Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati

direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

c) Controllo della lavorabilità: La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm. secondo la Norma UNI EN 12350; tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni. La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.; il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla. In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm. si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE'.

d) Controllo del rapporto acqua/cemento: Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI EN 1097-6, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto). Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela. Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ± 0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

e) Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio: L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.; la percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

f) Controllo del contenuto di aria: La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante; essa verrà eseguita con il metodo UNI EN 12350-7.

g) Controllo del contenuto di cemento: Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 9416- 98; particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

8.4 - Tecnologia esecutiva dei getti in conglomerato cementizio:

a) Confezionamento dei conglomerati cementizi: La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei 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 del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati. 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 al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione dei Lavori. Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale). Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia. Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie. La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco. Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni. Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti. Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati. I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Gli impasti dovranno essere confezionati

in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità. Per quanto non specificato, vale la Norma UNI EN 206. 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. La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio. L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori, anche se non previsti negli studi preliminari. In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo. La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C). I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C). Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

b) 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 e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento 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. Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati. Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame. Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori. 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 e la lavorabilità dell'impasto saranno controllati, all'atto dello scarico, con le prove specifiche previste. Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa. In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti. E' facoltà della Direzione dei Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

c) Posa in opera: I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione dei 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, etc., 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 delle presenti Norme. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione dei Lavori; si avrà cura che in nessun caso si verifichino 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; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione dei Lavori dei relativi progetti. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione dei 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 piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 ml., che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm. Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione dei 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 10 mm., la Direzione dei 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 dei Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento. 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. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm. misurati dopo la vibrazione. L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm. misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formati, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio. Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrare efficacemente. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori. L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto. Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione dei Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione. La massa volumica del conglomerato cementizio indurito,

misurata secondo la Norma UNI EN 12350 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

d) Riprese di getto: La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi. Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

e) Posa in opera in climi freddi: Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C); valgono le prescrizioni riportate nella presente sezione. Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innervate le superfici di fondo o di contenimento del getto. I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

f) Posa in opera in climi caldi: Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato. Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto. Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla Direzione dei Lavori. E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte. Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206.

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

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori; le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione dei 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. Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari la Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto in progetto.

h) Disarmo: Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal D.M. 09/01/1996. Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura. La Direzione dei Lavori potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione. In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

8.5 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione: Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione dei Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare per:

- l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, etc.;
- le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme. Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto. Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità. La Direzione dei Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico. Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia. Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio. I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto. Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

8.6 - Acciaio per c.a. e c.a.p.: Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5 novembre 1971, n. 1086 (D.M. 09/01/96). Per gli opportuni controlli da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro. Per l'acciaio controllato in stabilimento, l'Impresa dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla Direzione dei Lavori di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento. Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e

marchiate secondo quanto previsto nel D.M. 09/01/96; le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato D.M. 09/01/1996. Rimane comunque salva la facoltà della Direzione dei Lavori di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa. L'unità di collaudo per acciai in barre tonde lisce ed in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 tonn.; ogni partita minore di 25 ton. deve essere considerata unità di collaudo indipendente. Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di 1 metro di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali. In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere. Per il controllo del peso effettivo, da ogni unità di collaudo dovranno essere prelevate delle barre campione. Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere. Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla Direzione dei Lavori, barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato. L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 tonn. spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione). Rimane comunque salva la facoltà della Direzione dei Lavori di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

8.7 - Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 38k, Fe B 44k - controllato in stabilimento: I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione dei Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale; di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti. La Direzione dei Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo; nel caso di esito negativo si procederà come indicato nel D.M. 09/01/96. Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione dei Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

8.8 - Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata: Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996, e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste; dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico.

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL. PP. attraverso prove certificate da Laboratori

Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina; per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà come al punto 2.2 del D.M. 09/01/1996. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto. L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

8.9 - Reti in barre di acciaio elettrosaldate: Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra $\varnothing$ 4 e $\varnothing$ 12 mm., con distanza assiale non superiore a 35 cm.; dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel D.M. 14/02/1992 e s.m.i. Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui ai precedenti punti.

8.10 - Prescrizioni speciali riguardanti la costruzione di vasche in cemento armato: L'Impresa non può dare inizio alle strutture in calcestruzzo delle vasche se prima non sia ultimato lo scavo per la sede di queste e la sede stessa non sia stata conformata ed eventualmente munita di opere di difesa e di consolidamento a criterio insindacabile della Direzione dei Lavori. Nemmeno potrà essere dato inizio alle dette strutture se prima l'Impresa non abbia approvvigionato tutti i materiali da costruzione ed i macchinari occorrenti, in modo che il getto del calcestruzzo non subisca interruzioni e possa invece eseguirsi con assoluta continuità. In particolare l'Impresa dovrà disporre di un adeguato numero di betoniere adatte alle esigenze del getto continuo per la costruzione delle vasche, provvedere all'approvvigionamento degli inerti che dovranno essere scelti e classificati in base alle scale granulometriche fissate dalla Direzione dei Lavori. L'Impresa ha inoltre l'obbligo assoluto di costruire contemporaneamente ed al completo per tutte le vasche o camere, le casseforme ed i relativi sostegni, le armature, tutti i casseri in genere e tutte le opere occorrenti per conformare le camere stesse e le loro strutture di calcestruzzo, predisponendo dette opere per la necessità del getto continuo. La Direzione dei Lavori, dopo che avrà controllato ed approvato le casseforme, le armature, la disposizione dei ferri, etc., darà l'ordine dell'inizio dei getti di calcestruzzo. Il getto del calcestruzzo deve procedere contemporaneamente per tutte le camere delle vasche e con assoluta continuità, ricorrendo anche al lavoro notturno. Malgrado il controllo e l'approvazione data dalla Direzione dei Lavori alle armature di sostegno, l'Impresa resta pienamente responsabile della solidità di dette armature, centinature, etc., come della perfetta riuscita dell'opera. Dopo il disarmo e la rimozione del materiale dell'armatura, centinatura, etc., e prima di procedere all'intonacatura interna ed al reinterro del manufatto, si procederà alla prova di tenuta delle vasche stesse, ossia della impermeabilità delle strutture di calcestruzzo. A tale scopo ciascuna camera sarà riempita d'acqua e lasciata piena per una durata non minore di 7 e non maggiore di 20 giorni, a criterio insindacabile della Direzione dei Lavori. Si provvederanno prima le camere una per una, restando vuote le altre ed osservando le permeazioni eventuali; dopo l'esito soddisfacente di dette singole prove, si procederà poi ad una prova generale contemporaneamente di tutte le vasche. La Direzione dei Lavori stabilirà le norme ed i dispositivi necessari per procedere alla misura delle entità delle eventuali perdite o permeazioni e a tutte cure e spese dell'Impresa. Resta stabilito che non si potrà procedere all'esecuzione dell'intonaco interno delle vasche se le suddette prove avranno dato esito negativo, e fino a quando non saranno state eliminate del tutto le perdite o permeazioni d'acqua, eseguendo ogni e qualsiasi lavoro che venga ordinato dalla Direzione dei Lavori a tale scopo senza limite di spesa e di entità. tutti gli oneri relativi alle ripetute prove di tenuta effettuate saranno a tutte cure e spese dell'Impresa. La tenuta delle vasche deve essere perfetta e perciò l'impermeabilità delle strutture di calcestruzzo deve essere assoluta e pienamente garantita nel tempo. Resta stabilito che le dette prove debbono essere ripetute dopo l'esecuzione dell'intonaco sulle pareti interne delle vasche. Inoltre la Direzione dei Lavori ha la facoltà di procedere a tutte le prove di carico dissimmetrico di ciascuna camera e di tutto l'insieme dell'opera e ciò sia per il carico di acqua, sia per quello del terrapieno da costruirsi per il reinterro dell'opera. Le apparecchiature, i dispositivi, i mezzi di opera e gli operai occorrenti per l'esecuzione di tutte le dette prove nonché il personale di assistenza e sorveglianza, debbono essere forniti a cura e spesa dell'Impresa, poiché di questi oneri, come di tutti gli altri descritti nel presente articolo si è tenuto conto nello stabilire i prezzi di elenco o il compenso forfettario. La Direzione dei Lavori darà ordine di eseguire il reinterro parziale o totale delle vasche soltanto dopo che le prove di tenuta sopradette avranno rivelato l'assoluta impermeabilità delle strutture delle camere in ogni loro parte. Il limite massimo di perdite ammissibile viene stabilito in 0.10 litri/giorno ogni m² di parete bagnata; tali norme potranno essere estese ed applicate ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, anche ai pozzetti intermedi, di qualsiasi tipo e profondità. La Direzione dei Lavori si riserva comunque la facoltà di modificare i termini di durata e le modalità delle prove.

9 Manufatti e strutture in acciaio

9.1 - Manufatti tubolari in lamiera zincata: Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata, con onda normale alla generatrice. L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm. con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 340 N/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. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni

applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compreso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4. Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfiture, parti non zincate, etc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico, contenente fibre inerti, avente uno spessore minimo di 1,5 mm. inserito sulla cresta delle ondulazioni e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m² per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati. La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione. Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di CuSO₄ nella misura di gr. 36 ogni gr. 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475 - 1476 - 4007); essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame. La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposita analisi, presso un Laboratorio Ufficiale, sui campioni prelevati in contraddittorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità. Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura. L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche. Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte. Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita; se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita. I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del 5%. A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

a) - Ad elementi incastrati per tombini: L'ampiezza dell'onda sarà di 67,7 mm. (2" $\frac{1}{2}$) e la profondità di 12,7 mm. (1/2"); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di ml. 0,61 (2 feet). Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento. Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo sì che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti. Gli appositi elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato. Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da 0,30 a 1,50 ml. e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di 0,40 e luce massima di 1,75 ml.

b) - A piastre multiple per tombini e sottopassi: L'ampiezza dell'onda sarà di mm. 152,4 (6") e la profondità di mm. 50,8 (2"); il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm. 28,6 (1" $\frac{1}{2}$); le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 ml. I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a 3/4" ed appartenere alla classe G8 (Norme U.N.I. 3740). Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da 1,50 a 6,40 ml. e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da 1,80 a 6,50 ml.; ad arco con luce variabile da 1,80 a 9,00 ml.; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da 2,20 a 7,00 ml. Peraltro, in base e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 ml. pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto. Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27. Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm.) avente spessore di almeno 30 cm. Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili. Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm. utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

c) - Tubi perforati per drenaggi: I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoidale. L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di 1,2 mm. con tolleranza UNI (Norme UNI 2634), dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato. Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di 38 mm. (1" $\frac{1}{2}$) ed una profondità di 6,35 mm. (1/4"). Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm. (tolleranza 0,1 cm.) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm., tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 ml., saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

9.2 - Strutture in acciaio - Le strutture in acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto da:

- D.M. 9 gennaio '96, n. 19 - "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 16 gennaio '96 - "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- D.M. 16 gennaio '96 - "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche";
- CNR 1024/86 - Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo '03 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. LL.PP. del 4 maggio '90 - "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali";
- D.M. 11 marzo '88, n. 47 - "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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

L'Impresa sarà tenuta a seguire il seguente procedimento per la corretta fornitura e posa del materiale:

a) Il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonchè le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati con la Direzione dei Lavori. Tutte le strutture in acciaio facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base a calcoli di stabilità, accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione redatti a cura e spese dell'Appaltatore; i calcoli di stabilità dovranno essere redatti e firmati da un Ingegnere, iscritto nel relativo Albo professionale, controfirmati dall'Appaltatore dovranno essere presentati entro il termine di tempo che gli verrà prescritto. Nel progetto esecutivo, inoltre, dovranno essere

completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopracitate e nella relazione di calcolo dovranno essere indicato le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio.

b) Tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime; sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista calcolatore e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare. Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto. In sede di approvazione dei progetti, la Direzione dei Lavori stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. n. 19 del 9 gennaio '96, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione. Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima, in un lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra; la relativa completa documentazione, poi, dovrà essere, prima dell'inizio dei lavori, depositata presso l'U.T.C., secondo le norme di legge. L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture, non esonera in alcun modo l'Appaltatore delle responsabilità derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando legalmente e contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione e della riuscita dell'opera, rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la quantità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare e porne immediato rimedio, senza indennizzi di alcun genere.

c) Il collaudo tecnologico dei materiali destinati alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverrà agli stabilimenti per la successiva lavorazione; l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la feriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno. Le prove e le modalità saranno quelle prescritte dal D.M. 19 del 9 gennaio '96.

d) La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo; in tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse; entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

e) Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovra sollecitate; le parti a contatto con fumi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette. Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica del progetto. In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrali e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

10 Tubazioni in conglomerato cementizio

10.1 - Tubazioni e manufatti in conglomerato cementizio: Prima di dare inizio ai lavori concernenti la posa delle tubazioni confezionate fuori opera e dei pezzi speciali relativi, l'Impresa dovrà avere in deposito una congrua parte del quantitativo totale dei tubi previsti dal progetto al fine di evitare ritardi nei lavori. I tubi che l'Impresa intenderà porre in opera dovranno corrispondere per forma e caratteristiche ai campioni prelevati dalla Direzione dei Lavori e custoditi presso la stazione appaltante. Il Direttore dei Lavori visionerà i tubi forniti una volta nel cantiere ed una volta immediatamente prima della loro posa in opera; i tubi che non corrispondano ai campioni approvati, non confezionati in base alle prescrizioni saranno rifiutati e l'appaltatore dovrà provvedere al loro immediato allontanamento a sua cura e spese. La posa in opera dei tubi dovrà avvenire previo assenso della Direzione Lavori e non prima che sia ultimato lo scavo completo tra un pozzetto di visita ed il successivo. I tubi, posti sul letto preventivamente spianato e battuto, saranno collocati in opera con le estremità affacciate; se previsto, l'anello elastico, il cui diametro interno sarà inferiore a quello esterno del tubo, verrà infilato, dopo adeguata pretensione, sulla testa del tubo da posare, poi, spingendo questa dentro il bicchiere del tubo già posato, si farà in modo che l'anello rotoli su se stesso fino alla posizione definitiva curando che, ad operazione ultimata, resti compresso in modo uniforme lungo il suo contorno. Le tubazioni, siano esse orizzontali o verticali, devono essere installate in perfetto allineamento con il proprio asse e parallele alle pareti. Le tubazioni orizzontali, inoltre, devono essere posizionate con l'esatta pendenza loro assegnata in sede di progetto. La testa del tubo non dovrà essere spinta contro il fondo del bicchiere ad evitare che i movimenti delle tubazioni producano rotture. Nella connettura ortogonale così formata dovrà quindi essere inserito, con perfetta sigillatura, un nastro plastico con sezione ad angolo retto, eventualmente limitato alla metà inferiore del bicchiere.

Nei ritombamenti, i tubi devono essere maneggiati in modo da evitare danneggiamenti ed abrasioni particolarmente nei bicchieri o nei giunti; in cantiere, i tubi devono essere accatastati su un piano di appoggio livellato. Quindi, sia che si adotti il sistema di posa su fondo di sabbia sia quello su fondo in calcestruzzo, il tubo deve appoggiare con continuità sul materiale costituente il piano di posa lasciando in corrispondenza di ogni giunto una nicchia per contenere il maggior ingombro onde evitare che il tubo rimanga appoggiato sui giunti stessi. Salvo contrarie disposizioni della Direzione dei Lavori, il ritombamento di tubazioni e manufatti avverrà solo a seguito di esito favorevole delle prove di resistenza e di tenuta; qualora la Direzione dei Lavori ordinasse tombamenti parziali prima di eseguire le dette prove, l'Impresa dovrà curare che rimangano liberi i giunti, i quali dovranno in ogni caso essere scoperti a cura e spese dell'Impresa, durante le prove stesse. I reinterri dovranno eseguirsi disponendo dapprima uno strato di circa 30 cm. di materiale fino, costipando lo strato con mazze e con getti d'acqua. Le terre saranno successivamente rimesse negli scavi, stratificate e pigiate fino a completa sistemazione del terreno originario. Se per raggiungere tale piano non fosse sufficiente la materia scavata, o questa fosse di qualità non idonea, l'Impresa dovrà provvedere a tutte sue spese e cure prelevando la rimanenza da tratti a materiale esuberante o da cave di prestito. Qualora, ultimato il ritombamento e ripristinate le sedi, rimanesse del materiale inutilizzato, questo dovrà essere sistemato nelle vicinanze e dove sarà prescritto, distendendolo in modo uniforme oppure portato a discarica autorizzata. Gli allacciamenti dovranno essere eseguiti in modo che siano evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione, impiegando pezzi speciali. La Direzione dei Lavori potrà autorizzare che il collegamento tra tubazioni ed allacciamenti sia eseguita mediante foratura del collettore principale, inserimento del tubo del minore diametro e successiva stuccatura; ove si effettui la foratura questa dovrà essere eseguita con estrema cura, delle minori dimensioni possibili, evitando la caduta dei frammenti all'interno della tubazione ed asportando con idoneo attrezzo quanto potesse ciononostante cadervi. Il tubo inserito non dovrà sporgere all'interno della

tubazione principale e la giunzione dovrà essere stuccata accuratamente e rinforzata con un collare di malta, abbracciante il tubo principale, dello spessore di almeno 3 cm. ed esteso a 5 cm. a valle del filo esterno del tubo immerso.

I pezzi speciali ed i raccordi che la Direzione dei Lavori ordinasse di porre in opera durante la posa delle tubazioni per derivare futuri allacciamenti dovranno essere provvisti di chiusura con idoneo tappo cementizio. Tali pezzi devono inoltre consentire la corretta connessione fra le diverse parti della rete, senza creare discontinuità negli allineamenti e nelle pendenze. E' sconsigliato l'uso delle derivazioni piane a doppio "T" così come non devono mai essere usate curve ad angolo retto nelle tubazioni orizzontali. E' consigliabile realizzare la connessione tra le diramazioni e le colonne con raccordi formanti angolo con la verticale prossimo a 90°. I cambiamenti di direzione devono essere realizzati con raccordi che limitino il più possibile, ove non eliminino completamente, variazioni di velocità e/o altri effetti nocivi. Nel corso delle operazioni di posa si avrà cura di mantenere costantemente chiuso l'ultimo tratto messo in opera mediante un consistente tampone sferico assicurato da una fune o mediante tappi pneumatici, per impedire l'introdursi di corpi estranei nella condotta anche nel caso di allagamento del cavo.

11 Tubazioni in acciaio

11.1 - Tubi in acciaio per acquedotti e condotte in genere, pezzi speciali ed accessori: Le tubazioni, i pezzi speciali e gli accessori da impiegarsi nell'acquedotto e che saranno forniti dall'Impresa, dovranno essere trasportati, mossi e mantenuti con cura.

a) Trasporto delle tubazioni - L'efficienza della protezione dipende in maniera determinante dallo stato di conservazione del rivestimento al momento della chiusura dello scavo, per cui è necessario rispettare alcune prescrizioni durante il carico, il trasporto, lo scarico, l'accatastamento e la posa in opera dei tubi. Durante le operazioni di carico e scarico, i tubi, singoli o in fascio, non devono essere sostenuti con funi o con catene, ma con larghe bande di tela gommata o imbottita: se i tubi hanno un diametro maggiore di 100 mm. è consigliabile manovrarli singolarmente agganciandoli alle due estremità. I tubi devono essere accatastati in modo che le estremità a flangia o a banchiere non penetrino nel rivestimento dei tubi sovrastanti e sottostanti e si otterrà lo scopo interponendo tra i vari strati dei listoni di legno o dei materassini di paglia; si dovrà limitare l'altezza delle cataste per evitare lo schiacciamento del rivestimento dei tubi posti negli strati inferiori tenendo presente le condizioni ambientali (in particolare modo la temperatura). Durante il trasporto in ferrovia, nave od automezzo, i tubi devono essere sistemati in modo da impedire le oscillazioni e gli sfregamenti: i montanti contro i quali poggiano i tubi esterni devono essere convenientemente fissati e imbottiti o fasciati con materiali morbidi (paglia, stracci, etc.). I tubi non devono essere lasciati cadere a terra, rotolati o strisciati, ma sollevati e trasportati sul luogo di impiego con cura per evitare danni al rivestimento. La zona di accatastamento deve avere una superficie di appoggio piana e priva di ghiaia, pietre o altri oggetti acuminati che possono penetrare nel rivestimento: deve inoltre essere sgomberata dalla gramigna che ha il potere di intaccare i rivestimenti a base di bitume.

b) apertura della pista o sistemazione del tracciato di posa - La prima operazione per l'installazione di una condotta è rappresentata dall'apertura della pista di transito, la quale consente lungo il tracciato della condotta, il passaggio dei mezzi necessari alla costruzione. Si provvederà a spianare il terreno secondo opportune livellette e quando la condotta deve attraversare zone montuose seguendo tratti a mezza costa, sarà necessario provvedere ad uno sbancamento; in alcuni casi occorrerà costruire strade di accesso. La larghezza della pista varierà in funzione del diametro e delle condizioni del terreno, con un minimo di 10 ml. per tubi fino a DN 300, 15 ml. per quelli fino a DN 900.

c) sfilamento dei tubi - L'operazione di sfilamento consiste nel prelevare i tubi dalle cataste predisposte in piazzole opportunamente dislocate sul tracciato e nel disporli allineati, con le testate avvicinate, lungo l'asse previsto per la condotta. Lo sfilamento dovrà essere eseguito con tutte le precauzioni necessarie per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

d) scavi - Le dimensioni della trincea atta ad accogliere la condotta variano in funzione del diametro della stessa; generalmente lo scavo presenta una sezione trapezoidale con la base minore posta inferiormente e la cui dimensione potrà essere, al minimo, pari a DN + 500 mm. mentre la sua profondità sarà tale da garantire uno strato di terreno di copertura di almeno 1 ml. per DN < 600 e 1.5 ml. per DN ≥ 600 rispetto alla generatrice superiore del tubo. La realizzazione dello scavo varia a seconda della natura del terreno e prevede l'impiego di macchine diverse e talvolta l'impiego manuale nei punti in cui lo scavo a macchina non è possibile. La trincea finita non deve presentare sulle pareti sporgenze o radici di piante ed il fondo verrà prima della posa dei tubi regolarizzato con semplice spianamento se il terreno è sciolto, ovvero disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

e) saldatura della condotta - La saldatura dei giunti è una delle fasi più importanti dell'intero lavoro di costruzione della condotta e viene eseguita secondo tecniche specifiche; prima dell'assiatura i tubi devono essere accuratamente esaminati con particolare riguardo alle estremità ed al rivestimento per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; i tubi devono anche essere puliti all'interno per eliminare ogni materiale che vi si fosse eventualmente introdotto. Quindi, a seconda del tipo di giunzione, si avvicinano le testate dei tubi o si accoppiano i bicchieri e poi si procede alla loro giunzione mediante saldatura, onde formare dei lunghi tronchi da deporre a lato dello scavo, ed in qualche caso sopra lo scavo stesso.

Normalmente, nel caso di pendenze elevate e di giunti a bicchiere, i tubi vengono collocati con i bicchieri rivolti verso l'alto facilitando così l'esecuzione delle giunzioni. Le guarnizioni saldate potranno essere sottoposte ad una prova di tenuta che permetta di localizzare ed eliminare le eventuali saldature difettose senza attendere il collaudo idraulico finale. Nei vari tronchi, chiusi alle due estremità, viene immessa aria compressa a 0,6 - 0,7 MPa (6÷7 Kg/cm²) mentre si bagnano con acqua fortemente saponata le singole saldature; successivamente si procede al rivestimento della zona del giunto prima di collocare la tubazione nello scavo. Nei punti dove cadono i giunti dei tronchi di tubazione si faranno delle nicchie sufficienti per poter eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione di questi giunti.

f) revisione ai rivestimenti e protezione dei giunti - Prima di calare i tubi nello scavo si deve procedere ad un'accurata revisione del rivestimento per individuarne e ripararne gli eventuali difetti. La riparazione si esegue asportando accuratamente tutta la parte danneggiata, pulendo a mezzo di spazzola metallica la superficie scoperta e verniciandola con vernice al bitume oppure con polietilene a calza in triplo strato; quando la vernice è asciutta al tatto, si applica uno strato di bitume fuso e si ricopre accuratamente con tessuto di vetro imbevuto dello stesso bitume; la ricopertura deve estendersi con un buon margine sul contorno della parte lesionata. Nel caso di piccoli difetti o di piccole avarie la riparazione può limitarsi a semplice spalmatura di bitume caldo.

La protezione del giunto viene eseguita come segue:

- sulle estremità del rivestimento di fabbrica realizzare, con opportuno utensile, un invito a becco di flauto;
- pulire a fondo tutta la superficie da rivestire con spazzola metallica in modo che risulti esente da polvere, terre, scorie di saldatura, etc.; una accurata pulizia deve essere effettuata anche su un tratto di 10-15 cm. del rivestimento esistente sui tubi nelle parti adiacenti alla zona metallica nuda;
- applicare sulle parti sopra indicate, rese pulite ed asciutte, almeno una mano di vernice bituminosa oppure con polietilene a calza in triplo strato;
- applicare, dopo che la pellicola di vernice è ben essicata, uno strato di bitume fuso dello spessore di almeno 2 mm.; l'operazione va eseguita versando il bitume con un mestolo nella parte superiore e spalmandolo con un tampone od una spatola od altro idoneo sistema in quella inferiore;
- controllare eventualmente con rivelatore elettrico a scintilla (detector) la continuità del rivestimento;
- eseguire una fasciatura in doppio strato con tessuto di vetro imbevuto di bitume caldo, sovrapponendo la fasciatura al rivestimento preesistente per almeno 15 cm.

g) posa della condotta - Per effettuare la posa, la condotta deve essere sollevata in punti ravvicinati in modo da evitare sollecitazioni pericolose nel materiale; parimenti il rivestimento deve essere conservato intatto impiegando sistemi idonei (esempio: fasce di tessuto a base di juta). Ogni tratto di condotta posato, non deve presentare contro pendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico o di sfogo.

h) rinterro - L'operazione consiste nel riportare nella trincea il terreno asportato durante gli scavi avendo cura di lasciare scoperte le zone dei giunti qualora non fosse stata effettuata la prova di tenuta con aria. La rincalzatura e la copertura dei tubi, almeno per i primi 20-25 cm. di

altezza, devono essere eseguita con terra sciolta, priva di sassi, ed opportunamente assestata, oppure, se previsto in elenco prezzi, con appoggio del tubo su di un letto di sabbia, con rinfianchi e copertura pure in sabbia per uno spessore minimo di 10 cm. Per tubazioni con DN t 600 è consigliabile che il rinfiango e la copertura di cui sopra vengano realizzati con materiale vagliato e costipato meccanicamente. Il riinterro deve essere completato prevedendo sopra la trincea un certo colmo di terreno per evitare che, in seguito al naturale assestamento, si formino degli avvallamenti.

11.2 - Saracinesche ed accessori: Le saracinesche dovranno potersi manovrare sotto carico e con pressione da una sola parte del cuneo. Le saracinesche saranno collegate alle tubazioni con raccordi metallici a flangia la quale sarà unita alla saracinesca con interposizione di gomma dello spessore da 3 a 4 mm. Per le saracinesche da collegarsi in pozzetti o in camere di manovra, valgono le indicazioni dei disegni di progetto; per quelle invece da installarsi nel sottosuolo dovrà essere curato in modo speciale che il piede della saracinesca posi solidamente su un blocchetto di calcestruzzo; il tubo protettore rivestirà completamente il premistoppa e relativi bulloni ed il chiusino stradale poggerà rigidamente su piastra di calcestruzzo con foro di passaggio centrale per il tubo protettore così da evitare che si affondi sotto l'azione dei carichi; ciò vale in generale per tutti i chiusini. Le saracinesche si metteranno con il cuneo completamente chiuso evitando l'insinuarsi di qualunque corpo estraneo. L'albero di manovra ed il prolungamento con relativi manicotti dovranno essere rigidamente collegati fra loro per impedirne lo sfilattamento, l'albero di manovra dovrà sporgere sopra il cappellotto terminale. Sulle saracinesche, i pezzi speciali di collegamento ed accessori, a posa ultimata, sarà data una nuova mano di catrame liquido.

11.3 - Tubi infissi mediante spinta idraulica: Nell'onere per la fase di preparazione del lavoro sono a carico dell'Appaltatore la fornitura ed installazione delle presse di spinta e di tutte le apparecchiature necessarie per l'infissione mediante spinta idraulica della tubazione, compresi gli eventuali noleggi di macchinari ed apparecchiature necessarie a dare il lavoro ultimato a perfetta regola d'arte. E' pure a suo carico la rimozione, a lavoro ultimato, di tutto il macchinario e le apparecchiature usate per la realizzazione dell'opera. Di norma la tubazione da infiggere sarà una "guaia" in acciaio tipo Fe 510 del diametro indicato nella corrispondente voce di elenco, con spessori calcolati, ai sensi delle norme vigenti, in modo da poter resistere ai carichi permanenti e accidentali trasmessi dalle opere sottopassate (strade, manufatti e rilevati ferroviari, etc.). Gli elementi della tubazione della lunghezza minima di 2 ml. dovranno avere le giunzioni a tenuta idraulica ed essere prive di saldature metalliche circonferenziali. La pendenza della tubazione e le sue tolleranze planimetriche verranno stabilite dalla direzione lavori per ogni singola opera mentre le tolleranze altimetriche sono ammesse, ogni 10 metri di tubazione partendo da monte, nelle seguenti misure:

+ 1 cm. (diminuzione della pendenza);

- 2 cm. (aumento della pendenza).

Sono a carico dell'Appaltatore: lo scavo necessario per l'infissione della tubazione ed il sollevamento del materiale di risulta fino al piano superiore del cantiere di lavoro, la fornitura dell'acqua di lavoro, la fornitura dell'energia elettrica, l'impianto di ventilazione in sotterraneo, i calcoli statici approvati dall'ente interessato all'attraversamento, le prove dei materiali, il trasporto del materiale di risulta alle pubbliche discariche.

11.4 - Attraversamenti di corsi d'acqua sui manufatti esistenti - Si effettueranno con tubazioni metalliche e di cemento-amianto a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori; spetta all'Impresa di ottenere a sue spese, dagli Enti competenti, l'autorizzazione a fare il lavoro o di concordare con gli stessi le modalità affinché siano rispettate le condizioni statiche ed estetiche dei manufatti.

11.5 - Attraversamenti su alvei di fiumi e canali: Tali attraversamenti saranno costruiti con tubazioni di acciaio dei tipi descritti nei precedenti paragrafi e disposti secondo il profilo stabilito dal progetto. La trincea da ricavare nell'alveo dei corsi d'acqua per alloggiarvi la condotta dovrà essere aperta con l'impiego dei mezzi adatti alla profondità ed offrire spazio sufficiente perché alla condotta stessa - varata in un unico pezzo - siano evitate sollecitazioni di appoggi discontinui sul fondo che potrebbero compromettere l'integrità della sua struttura. La prova a pressione dell'attraversamento sarà fatta prima dell'amarro e prima del reinterro, per riservare la possibilità di recupero del tubo. Il reinterro sarà fatto con ghiaia mista dopo l'avvolgimento con sabbia, allo scopo di rivestire la tubazione con materiale incompressibile, atto a non imprimere sollecitazioni alla stessa. Il vano della tubazione subalvea sarà fatto con particolare attrezzatura e con i dovuti accorgimenti per evitare che durante la sua sospensione e durante il vero stacco fino alla posizione definitiva, il tubo possa inflettersi, deformarsi, strappare i giunti e piegarsi per effetto del peso proprio e di eventuali reazioni o del terreno o dell'acqua. Ogni attraversamento subacqueo sarà completato con i blocchi di ancoraggio o con le branche metalliche opportunamente sagomate verso terra fino agli appositi raccordi con le tubazioni. Spetta all'Impresa di ottenere a sue spese tutte le autorizzazioni da parte dei competenti uffici per effettuare l'attraversamento degli alvei e relative arginature, per impiantare e condurre il cantiere, necessari all'attuazione dell'opera; sono a carico dell'assuntore, inoltre, tutti gli imprevisti che possono verificarsi durante i lavori per piane dei corsi d'acqua, per frane o instabilità delle trincee, per onerosità maggiori o diverse da quelle progettate.

11.6 - Prova della condotta idrica: Ultimato e completato il montaggio di un tratto di tubazione della lunghezza di 200 ml. circa, si dovrà procedere alla prova parziale al fine di mettere in luce gli eventuali difetti di costruzione e di poterli riparare, ove esistano, prima del riempimento totale dello scavo. Come prima operazione si dovrà provvedere al riempimento parziale dello scavo ricalzando i tubi lateralmente con terra fina e lasciando scoperti i giunti. Questo riempimento parziale avrà lo scopo di ancorare la condotta che potrebbe subire degli spostamenti nell'entrare in pressione durante le prove; si procederà, quindi, al riempimento con acqua della condotta eseguendolo sempre dal basso verso l'alto, essendo aperti rubinetti, saracinesche, sfiati, etc. Se per ragioni pratiche non si rendesse possibile il riempimento del punto più depresso, il riempimento dall'alto dovrà farsi più lentamente possibile in modo che l'aria abbia lo spazio ed il tempo per uscire come se si effettuasse l'operazione dal basso. Ultimata l'operazione si dovrà portare gradualmente il tratto in esame alla pressione di esercizio a mezzo di una pompa a mano applicata al punto più depresso della tubazione. Tale pressione verrà mantenuta quel tanto che occorre per percorrere la tubazione nei due sensi allo scopo di rilevare le eventuali perdite per causa eccezionale (tubi rotti, imperfetta tenuta di organi speciali, porosità di pezzi speciali in ghisa, difettoso montaggio e rottura dei giunti di saldatura, etc.). In tal caso si dovrà togliere la pressione e si provvederà alla necessaria riparazione a spese dell'Impresa. Dopo di che il tratto sarà pronto per il collaudo definitivamente e la pressione dovrà anzitutto essere riportata a quella di esercizio e successivamente a quella di collaudo servendosi della stessa pompa a mano sopraddetta. Le prove dovranno essere effettuate sempre alla presenza di un rappresentante della Direzione dei Lavori, e la condotta sarà tenuta sotto pressione per almeno 24 ore. Questa prova sarà ritenuta positiva quando non si verificheranno rotture o perdite di sorta in modo che non si osservino abbassamenti della lancetta al momento dell'inizio della pressione di collaudo per tutto il tempo sopraindicato; qualora alla pressione di collaudo, nei tubi e nei pezzi speciali si manifestassero delle fughe, incrinature ed anche tranciamenti, i tubi o i pezzi difettosi dovranno venire tolti d'opera e ricambiati a spese dell'Impresa ripetendo poi la prova. La pressione di collaudo è fissata, di norma, a 2 MPa e comunque 1,5 volte la pressione di esercizio. La pompa a mano, il rilevatore tachigrafico e tutti gli attrezzi occorrenti per le prove idrauliche saranno provvisti a cura ed a spese dell'Impresa e dovranno ottenere, per il loro impiego, la preventiva autorizzazione della Direzione dei Lavori; le prove dovranno essere condotte con le norme stabilite sempre dalla Direzione dei Lavori senza diritto all'Impresa di pretendere alcun compenso essendosi del tutto tenuto conto nei prezzi unitari.

12 Tubazioni in ghisa

12.1 - Tubi in ghisa per acquedotti e condotte in genere, pezzi speciali ed accessori: Prima di cominciare lo scavo della trincea, sarà stata effettuata l'operazione

di sfilamento dei tubi a lato del futuro bordo di scavo, dalla parte opposta di accumulo della terra di scavo, con i bicchieri posti nella direzione di avanzamento dello scavo. Porre attenzione a non danneggiare i rivestimenti dei tubi. Le operazioni vanno eseguite secondo quanto indicato nei

capitoli relativi alla posa per il tipo di materiale; ricordarsi, nel caso di possibili allagamenti durante le operazioni di posa, di assicurare i tubi contro il galleggiamento.

Scavo: Lo scavo va effettuato con mezzi adeguati, utilizzando larghezze normalizzate e prevedendo a lato del tubo un margine indicativo di 20+30 cm, necessario per l'agevole esecuzione del giunto. Nell'esecuzione dei lavori devono essere rispettate tutte le norme sulla sicurezza sul lavoro.

Profondità di posa: La norma europea UNI EN 545, nell'appendice (informativa) F, indica i limiti oltre i quali sono necessarie ulteriori verifiche.

Letto di posa: E' buona regola assicurare al tubo una superficie di appoggio continua e regolare; in caso di terreno sciolto è sufficiente evitare il contatto tra tubo e pietre; evitare anche di mettere a contatto del tubo elementi organici (legni, zolle erbose, etc.). Nel caso di terreno roccioso sarà necessario predisporre un letto di posa di almeno 10 cm. realizzato con materiale sciolto: sabbia, pietrisco fine, terra vagliata. E' buona norma realizzare un appoggio di almeno:

20° per DN ≤ 300

45° per DN da 350 a 450

60° per DN ≥ 500

Reinterro della trincea: Utilizzare per il ricoprimento, fino a 20 cm. sopra la generatrice superiore del tubo, lo stesso materiale utilizzato per il letto di posa (principio di omogeneità del materiale a contatto con la condotta), avendo cura di eseguire tutte le operazioni richieste (evitare il contatto con elementi organici quali radici, zolle erbose, etc.). Per il riempimento definitivo dello scavo è possibile utilizzare lo stesso materiale di scavo, ove non sia in contrasto con le richieste particolari dei capitolati delle autorità locali.

Lunghezza delle tratte da provare: La lunghezza di ciascuna tratta non dovrebbe superare i 1.500 ml., al massimo.

Ancoraggi: Ogni cambiamento di direzione e/o sezione, come curve, riduzioni, diramazioni, deve essere debitamente ancorato, prima della prova, per mezzo di blocchi di ancoraggio o dispositivi antisfilamento. Il dimensionamento di questi dispositivi deve tenere conto della pressione di prova. L'isolamento del tronco deve essere eseguito con placche piene; se, per ragioni pratiche, si utilizzano valvole come dispositivi di isolamento idraulico, non si devono superare i limiti della loro pressione di utilizzazione; si deve tenere conto delle perdite ammissibili per tali dispositivi.

Riempimento parziale dello scavo prima della prova: quando possibile, effettuare la prova di pressione con i giunti scoperti, avendo però cura di ricoprire la rimanente parte di ogni tubo; nel caso di impiego di giunti antisfilamento, i tubi devono essere completamente ricoperti.

Riempimento della condotta: conviene effettuare il riempimento dal punto più basso del tronco da provare; la velocità di riempimento deve essere bassa (non superare il 10% della portata prevista in servizio) e si deve provvedere ai dispositivi di evacuazione dell'aria nei punti alti. Le tubazioni con rivestimento interno in cemento necessitano di un certo tempo, dopo il riempimento, perché si effettui l'assorbimento di acqua da parte del rivestimento.

Prova in pressione: I metodi di prova descritti in seguito sono applicabili solamente per prove idrostatiche; in nessun caso devono essere applicate per prove sotto pressione d'aria in ragione dei servizi rischi sulla sicurezza; dopo aver riempito la condotta, portarla alla pressione di esercizio e mantenerla per il tempo

sufficiente alla stabilizzazione della condotta; esaminare visivamente tutti i giunti, raccordi ed ancoraggi e rilevare eventuali difetti. Quando l'esame visivo sia sufficiente, aumentare regolarmente la pressione sino al raggiungimento della pressione di prova, la quale deve soddisfare i seguenti requisiti:

a. Nel punto più basso della condotta la pressione di prova non deve essere inferiore al più elevato dei valori sottostanti:

per le pressioni di esercizio (senza colpo d'ariete) $\leq 1 \text{ MPa} = 1,5$ volte la pressione di esercizio.

per le pressioni di esercizio (senza colpo d'ariete) $> 1 \text{ MPa}$ = la pressione di esercizio + 5 bar.

la pressione massima di esercizio (pressione di esercizio più colpo d'ariete).

b. La pressione di prova non deve superare:

la pressione massima di prova prescritta nelle norme applicabili ai tubi, raccordi ed accessori;

la pressione di calcolo dei dispositivi di ancoraggio.

c. Nel punto più alto del tronco in prova, la pressione non deve essere inferiore alla pressione di esercizio in quel punto; mantenere la pressione di prova costante a 0,1 bar, per la durata di almeno un'ora, quindi:

Prova a pressione decrescente: Isolare la pompa ed assicurarsi che non sia possibile alcuna entrata d'acqua, per un periodo come indicato dalla tabella sottostante; alla fine del periodo indicato misurare la pressione nel tronco di prova, definire la perdita d'acqua sia misurando la quantità ($\pm 5\%$) necessaria a stabilire la pressione di prova ($\pm 0,1 \text{ bar}$), sia ristabilendo la pressione di prova e misurando la quantità d'acqua da estrarre dal tronco in prova per provocare una caduta di pressione equivalente.

DN ≤ 600, tempo di prova = 1 ora

DN 700 ÷ 1400, tempo di prova = 3 ore

DN ≥ 1400, tempo di prova = 6 ore

Prova a pressione costante: Mantenere la pressione di prova costante a $\pm 0,1$ bar con l'aiuto di una pompa, per il periodo indicato nella precedente tabella, misurando ($\pm 5\%$) la quantità d'acqua utilizzata.

Determinazione dell'accettabilità: Se la perdita determinata con uno dei due metodi descritti è superiore alla perdita ammissibile la prova deve essere ripetuta, in modo da ottenere la stabilizzazione della condotta; se la prova è negativa, le perdite devono essere localizzate e riparate fino a quando si otterranno risultati inferiori ai limiti ammessi; salvo accordi differenti.

Prova della canalizzazione completa: Dopo la connessione tra i diversi tronchi provati è raccomandato di eseguire una ulteriore prova su tutta la condotta, al fine di esaminare le opere non ancora provate.

Criteri di accettazione: La perdita d'acqua non deve superare 0,001 litri/ora/Km. di tubazione/millimetro di DN/bar di pressione statica (pressione media del tronco da provare). Questo valore corrisponde ad una perdita ammissibile di 1 litro/ora chilometro di tubazione di DN 100 da provare a 1 MPa. Nel caso dove il profilo altimetrico della condotta sia molto tormentato si terrà conto di una pressione media ponderale.

13 Tubazioni in amianto-cemento

13.1 - Condotte in amianto-cemento: I tubi ed i giunti devono essere maneggiati in modo da evitare danneggiamenti ed abrasioni particolarmente nelle zone tornite. In cantiere, i tubi devono essere accatastati su un piano di appoggio livellato possibilmente mantenendo intatto l'imballaggio. Per la posa dei tubi può essere utile controllare che le sollecitazioni esercitate sugli stessi e dovute alla profondità di posa nonché agli eventuali sovraccarichi mobili conseguenti al passaggio di automezzi non siano eccessive ed all'uopo può essere utile consultare la norma UNI 7517: guida per la scelta della classe dei tubi per condotte di amianto-cemento sottoposte a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna. Per una corretta posa bisogna evitare che i tubi, particolarmente per i diametri inferiori a 150 mm., vengano a trovarsi soggetti a carichi di flessione longitudinale. Quindi, sia che si adotti il sistema di posa su fondo di sabbia sia quello su fondo in calcestruzzo, il tubo deve appoggiare con continuità sul materiale costituente il piano di posa lasciando in corrispondenza di ogni giunto una nicchia per contenere il maggior ingombro onde evitare che il tubo rimanga appoggiato sui manicotti. Particolarmente curata deve essere la costipazione del materiale sui fianchi del tubo durante l'operazione di reinterro. E' consigliabile utilizzare per questa operazione materiale sabbioso, attenendosi scrupolosamente a quanto previsto dalle norme UNI ISO 4482: condotte di amianto-cemento. Per la buona conservazione degli anelli di gomma si consiglia di non lasciare gli stessi, anche se già inseriti nel giunto, esposti alla luce solare per lungo tempo.

14 Tubazioni in polietilene

14.1 - Tubi in polietilene: Lo scavo in trincea delle dimensioni prescritte e con il fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto, deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento (che

potrebbe comportare l'allargamento della trincea e danni alla tubazione eventualmente già posata). Le radici di alberi che, eventualmente, attraversassero la trincea nella zona interessata dalla posa della tubazione, devono essere accuratamente eliminate, almeno, nell'immediato interno della trincea. Il materiale di scavo deve essere accumulato lungo la trincea stessa ad una distanza sufficiente per consentire, lungo la trincea stessa, il passaggio del personale addetto ai lavori e lo sfilamento dei tubi, per evitare il pericolo che qualche pietra, cadendo, possa lesionare la tubazione posata. La natura del fondo della trincea o, più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Nelle trincee aperte in terreni eterogenei collinosi o di montagna, occorre garantirsi dall'eventuale slittamento del terreno con opportuni ancoraggi. Al fondo della trincea, livellato e liberato da ogni traccia di pietrame, si sovrappone un letto di posa così da avere la superficie d'appoggio della tubazione perfettamente piana e da poter esercitare l'appoggio su materiali di natura tale che assicurino la ripartizione uniforme dei carichi lungo l'intera tubazione. Occorre procedere ad un accurato livellamento del letto al di sotto del tubo e ad un rinfianco ben costipato, tenendo presente che, se l'altezza del rinterro è piccola, il rinfianco non riuscirà a mobilitare una pressione orizzontale sufficiente a contrastare la deformazione. Lo spessore del letto di appoggio deve essere di almeno cm. $10 \pm 1/10$ del diametro normale del tubo; il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro di 0,10 mm. e deve contenere meno del 12% di fino (composto da particelle inferiori a 0,08 mm.); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione e, naturalmente, accuratamente livellato. Prima di effettuare il collegamento dei diversi elementi della tubazione, tubi e raccordi devono essere controllati per eliminare eventuali difetti ed accuratamente ripuliti alle estremità; i terminali dei tratti già collegati che, per un qualunque motivo, debbano rimanere temporaneamente isolati, devono essere chiusi, onde evitare l'intrusione di materiali estranei. Raccordi e pezzi speciali devono essere ancorati per impedirne lo slittamento durante la prova a pressione: questo si può ottenere ad esempio, a mezzo di paletti infissi a terra; gli accessori interposti nella tubazione come valvole, saracinesche e simili, devono essere sorretti in modo da non esercitare alcuna sollecitazione sui tubi. Per quanto riguarda il rinfianco della tubazione, la funzione da esso espletata, la natura delle terre con cui può essere realizzato ed il grado di costipazione cui dette terre debbono essere assoggettate, occorre tener presente quanto segue:

a) la ripartizione delle pressioni del terreno lungo il perimetro della tubazione dipende dall'interazione fra tubo e terreno; una tubazione di polietilene, la cui rigidità si esprime con il rapporto tra lo spessore delle pareti "s" ed il diametro medio "D", tende sotto carico a deformarsi nei limiti consentiti dal valore s/D e quindi dall'interazione con il terreno circostante, fino al raggiungimento di una situazione di equilibrio tra i carichi e le reazioni. Perché la deformazione (cioè la riduzione del carico verticale in rapporto al suo valore originario) non passi i limiti ammissibili (5%) per il mantenimento della stabilità dimensionale della sezione del tubo e perché non si verifichino sollecitazioni eccedenti le possibilità di resistenza del materiale, occorre che il terreno circostante il tubo sia ben costipato onde poter offrire al tubo stesso un sostegno adeguato ed avere, anzi, il ruolo di elemento costruttivo. Per ottenere, quindi, dal rinfianco, un risultato soddisfacente si devono impiegare materiali perfettamente costipabili, quali la sabbia, fino ad un'altezza di 15 cm. al di sopra della generatrice superiore del tubo.

b) il costipamento del riempimento che avvolge il tubo, dovrà essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione di Proctor modificato (vedi ISO/TC 138, agosto 1972, γ° 11.8). Il rinfianco con terreni di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, etc., deve essere proibito perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito, in via eccezionale, solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori. Il rinterro intorno al tubo, deve essere effettuato apportando in un primo tempo il materiale su entrambi i lati della tubazione, fino al piano diametrale della stessa e quindi spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala, costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non spostare e a non danneggiare il tubo). Dopo aver eseguito questo costipamento, si riempie la trincea con lo stesso materiale fino a 15 cm. al di sopra delle generatrice superiore del tubo e si costipa l'intero riempimento esclusivamente sulle parti laterali della trincea, al di fuori, cioè, della zona occupata dal tubo. Un riempimento cattivo e non uniforme intorno al tubo, influenza la deformazione del tubo stesso in modo inverso al valore del rapporto s/D ed in modo più pronunciato nei tubi sotto rinterro inferiore a 1+1.50 ml. Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano di progettuale, può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo (sempre che non si tratti di torbe, fanghi e materie organiche od anche di argille o di limo), spurgato di elementi superiori a 100 mm. e di residui animali e vegetali. Il riempimento deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm. che debbono essere costipati (a mano, con pigiatoi piatti, o con apparecchi di costipazione meccanici leggeri) almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione, l'uno dopo l'altro, in modo che la densità della terra in sito raggiunga, a costipazione effettuata, il 90% del valore ottimale determinato con la prova di Proctor modificata. Durante le operazioni di rinterro e di costipazione, bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

c) si consiglia di effettuare il riempimento (almeno per i primi 50 cm. sopra il tubo), su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna e, possibilmente, nelle ore meno calde della giornata. I singoli tratti di condutture, con i relativi accessori (saracinesche, raccordi, valvole, etc.) dovranno subire due prove idrauliche ad una pressione pari a 1.5 quella nominale di esercizio. Una prima prova idraulica consisterà nel portare il tratto di condotta che si vuol provare, preventivamente isolato dagli altri a mezzo di saracinesche o flange cieche, alla pressione prescritta a mezzo pompe. Interrotta, poi, la comunicazione con la pompa, tale pressione dovrà mantenersi nella condotta per, almeno, due ore; durante la prova non è ammesso il benché minimo trasudo, né in corrispondenza dei giunti e dei pezzi speciali, né lungo i tubi. Non si potrà procedere alla copertura dei tubi prima che sia eseguita la prova idraulica suddetta e constatata la perfetta tenuta dei tubi, dei giunti dei pezzi speciali ed apparecchi; verrà, poi, eseguita una seconda prova a tubazione completamente interrata, mantenendo, per almeno 2 ore, la condotta ad una pressione pari a 1,5 volte quella nominale. La prova sarà positiva se non si verificheranno perdite o rotture di sorta.

15 Tubazioni in P.V.C.

15.1 - Tubazioni in P.V.C. a parete piena: Nel trasporto bisognerà supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni; le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa di n+lon o similari. I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi; i tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra devono essere accatastati in modo che i bicchieri non subiscano sollecitazioni ed i tubi si appoggiano l'uno all'altro lungo un'intera generatrice. I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1.50 ml., qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che consentano una regolare aerazione. I tubi dovranno essere posati da valle verso monte e con il bicchiere orientato in senso contrario alla direzione del flusso, avendo cura che all'interno non penetrino detriti o materie estranee o venga danneggiata la superficie interna della condotta, delle testate, dei rivestimenti protettivi o delle guarnizioni di tenuta. Il sistema di giunzione previsto è quello del giunto a bicchiere del tipo scorrevole con tenuta mediante idonea guarnizione elastomerica UNI EN 681. Se gli anelli elastomerici non sono già posizionali nel tubo, al momento dell'installazione della tubazione e prima del loro posizionamento, si dovrà procedere alla pulizia della loro sede ed eventualmente alla lubrificazione in conformità alle istruzioni del fornitore. Il collegamento a manufatti (quali pozzetti d'ispezione, etc.) deve avvenire a perfetta tenuta, realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica (ottenuta per mezzo di adatto pezzo speciale in P.V.C., o di altro materiale, reperibile in commercio oppure con sabbia cementizia). Il terreno sul quale è destinato a poggiare il tubo deve avere una consistenza tale da escludere cedimenti differenziali da punto a punto. Sul terreno di posa, livellato e liberato da ciottoli, pietrame e da eventuali altri materiali che impediscano il perfetto livellamento, si sovrappone il letto di posa in magrone e/o sabbia di spessore di 10 cm. che forma un piano uniformemente distribuito su cui va appoggiato il tubo, secondo i disegni di progetto. Per quanto riguarda il rinfianco, è necessario effettuare il riempimento, con sabbia, con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo.

Il collaudo dei collettori fognari in P.V.C. dovrà accertare la regolare esecuzione di posa e la perfetta tenuta della canalizzazione. Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare, con le procedure descritte dalla sotto riportata normativa ENV 1401-3; viene consentito anche la prova di tenuta e collaudo utilizzando l'aria in pressione.

a) Verifica preliminare della condotta: al termine dei lavori, prima della redazione dello stato finale, è prevista e compensata nel prezzo contrattuale l'effettuazione dell'ispezione televisiva dei collettori realizzati al fine di accertare la corretta esecuzione delle condutture. L'ispezione televisiva, previa l'eventuale preventiva pulizia idrodinamica delle condotte, da effettuare con le seguenti modalità e il tutto compensato nel prezzo delle tubazioni offerto dall'Appaltatore in sede di gara, dovrà essere con l'ausilio di furgone, o di altro automezzo mobile, attrezzato per riprese televisive a colori per l'effettuazione di controlli, ispezioni e rilievi all'interno di condutture, fognature, cunicoli, pozzi, etc. L'automezzo dovrà essere dotato di:

- telecamera a colori filoguidata montata su particolare carrello ed avanzamento automatico (con almeno 300 m. di autonomia) e con ottica orientabile a 360°;
- computer di controllo e titolatrici per relazioni e commenti;
- almeno due monitor dai quali seguire le fasi dell'ispezione;
- videoregistratore S.VHS o registratore DVD;
- videostampante o macchina fotografica idonee a fissare i fotogrammi più significativi della ripresa;
- ogni altro dispositivo, ivi comprese telecamere o microcamere, atte ad effettuare l'ispezione nei tratti verticali o comunque non agibili mediante telecamera a carrello.

In caso di anomalie riscontrate, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e del Responsabile del Procedimento con l'ispezione svolta, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare gli opportuni interventi atti ad assicurare l'assoluta impermeabilità della condotta ed a eliminare le anomalie presenti; si eseguirà quindi una seconda video ispezione i cui costi diretti ed indiretti (specificati successivamente) saranno a sempre carico dell'Appaltatore.

b) Prova idraulica: la pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a seconda dei casi, con una pressione massima di 50 kPa (0,5 bar) e una pressione minima di 10 kPa (0,1 bar) misurata sulla generatrice superiore del tubo.

- Tempo di prova: il tempo di prova deve essere almeno di 30 minuti.
- Requisiti di prova: si deve mantenere la pressione entro 1 kPa (0,01 bar) della pressione di prova definita in precedenza rabboccando con acqua; si deve misurare e registrare la quantità totale di acqua aggiunta durante la prova per soddisfare questo requisito al fine di mantenere il livello dell'acqua che corrisponde alla pressione di prova richiesta; il requisito di prova è soddisfatto se la quantità d'acqua aggiunta, in riferimento alla superficie bagnata, non è maggiore di:
 - 0,04 lt/m2 nel tempo di 30 min. per le tubazioni;
 - 0,05 lt/m2 nel tempo di 30 min. per i pozzetti e le camere di ispezione.

c) Prova ad aria Nel caso si utilizzi aria, si deve mantenere la pressione entro 10 kPa (0,1 bar); si deve misurare e registrare la caduta di pressione durante la prova; il requisito di prova è soddisfatto se:

- durata di prova ad aria non inferiore 3 minuti per tubi di diametro ≤ 400 mm. e 0,01 minuti per tubi di diametro ≥ 400 mm.;
- la caduta di pressione ammessa è di 0,5 kPa (0,005 bar).

15.2 - Tubazioni in P.V.C. a parete forata (drenante): Nel trasporto bisognerà supportare i tubi per tutta la loro lunghezza onde evitare di danneggiare le estremità a causa di vibrazioni. Le imbragature per il fissaggio del carico possono essere realizzate con funi o bande di canapa di n°lon o similari. I tubi lisci devono essere immagazzinati su una superficie piana, priva di parti taglienti ed esente da sostanze che potrebbero attaccare i tubi. I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra devono essere accatastati in modo che i bicchieri non subiscano sollecitazioni ed i tubi si appoggiano l'uno all'altro lungo un'intera generatrice. I tubi non devono essere accatastati ad un'altezza superiore a 1.50 m., qualunque sia il diametro dei tubi, per evitarne possibili deformazioni nel tempo. Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che consentano una regolare aereazione. Le tratte di tubazioni saranno giuntate con collegamenti mediante manicotto ad innesto rapido. Il collegamento a manufatti (quali pozzetti d'ispezione, etc.) deve avvenire a perfetta tenuta, realizzata mediante l'inserimento di giunzione elastica (ottenuta per mezzo di adatto pezzo speciale in P.V.C., o di altro materiale, reperibile in commercio oppure con sabbia cementizia). Il terreno sul quale è destinato a poggiare il tubo deve avere una consistenza tale da escludere cedimenti differenziali da punto a punto. Sul terreno di posa, livellato e liberato da ciottoli, pietrame e da eventuali altri materiali che impediscano il perfetto livellamento, si sovrappone il letto di posa in magrone di spessore di 10 cm. che forma un piano uniformemente distribuito su cui va appoggiato il tubo, secondo i disegni di progetto. Per quanto riguarda il rinfiacco, è necessario effettuare il riempimento con azione uniforme e concorde ai due lati del tubo.

16 Tubazioni in grès ceramico

16.1 - Tubazioni in grès ceramico: Le operazioni di scarico, come del resto avviene per tutti i materiali, devono essere effettuate con cura. I tubi non devono essere buttati né fatti strisciare sulle sponde degli automezzi: si sollevano e si appoggiano a terra con delicatezza. Le imbragature dovranno essere fatte con cinghie di n°lon o canapa; qualora il carico sia stato fatto con pallets (condizione normale) questi devono essere sollevati con adeguati mezzi e appoggiati su un terreno pianeggiante. Durante la movimentazione in cantiere e soprattutto nello sfilamento lungo gli scavi si deve evitare il trascinamento dei tubi sul terreno, ciò potrebbe procurare danni irreparabili al sistema di giunzione, danni dovuti a rigature o abrasioni al poliuretano. Il letto di posa è costituito normalmente da materiale incoerente e costipabile quale sabbia, ghiaietto, o misto con particelle con diametro massimo di 20 mm.; questo sottofondo, dello spessore di circa 10 cm + 1/10 del diametro, deve essere sagomato e avere delle nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, deve essere livellato in modo che il tubo appoggi per tutta la sua lunghezza e per un angolo di almeno 90°. Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi dovranno essere controllati per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento). Dovranno essere calati nello scavo con delicatezza curando che il segno di riferimento (bollino bianco) sia rivolto verso l'alto. Lubrificare la femmina della giunzione e la punta senza usare oli minerali, con un qualsiasi sapone liquido; infilare la punta nel bicchiere e spingere sino a battuta. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono essere riempite con lo stesso materiale costituente il letto, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta. Lo strato immediatamente sopra al tubo ed il rinfiacco dovranno essere eseguiti a mano e privati degli elementi di diametro maggiore di 20 mm. Le operazioni proposte facilitano la posa e costituiscono una garanzia per la realizzazione di opere destinate a durare nel tempo. A tubo sollevato, pulire la giunzione di poliuretano in punta e quindi lubrificarla con sapone liquido (non usare oli minerali o sintetici); sempre a tubo sollevato pulire la giunzione di poliuretano del bicchiere e quindi lubrificarla con sapone liquido. Le tubazioni devono essere munite, sia sul bicchiere che sulla punta, di guarnizioni elastiche prefabbricate in poliuretano fissate in stabilimento; dette guarnizioni dovranno avere le seguenti caratteristiche:

PROVA	Unità	Limite	Prova UNI EN 295-3, punto
Resistenza a trazione	N/mm ²	> 2	15.2
Allungamento a rottura	%	> 90	15.2
Durezza	Shore A o IRHD	67 ± 5	15.3
Deformazione residua dopo 24h a 70°C	%	< 20	15.5
Deformazione residua dopo 70h a 23°C	%	< 5	15.5
Resistenza all'invecchiamento della durezza	Shore A o IRHD	67 ± 5	15.6
Rilassamento dopo tensione Ds 1 : 4	%	< 14	15.4
Rilassamento dopo tensione Ds 1 : 5	%	< 15	15.4
Comportamento a bassa temperatura	Shore A o IRHD	< 80	15.7

Realizzato il letto di posa in sabbia, ghiaietto o calcestruzzo, con spessore minimo pari a cm. 10+ 1/10 DN., si deve quindi ricavare un'apposita nicchia, in corrispondenza del bicchiere e calare il tubo nello scavo avendo cura di posizionare il bollino bianco, posto sul manicotto, in corrispondenza della generatrice superiore; questo accorgimento assicura l'allineamento della base di scorrimento della tubazione. Si esegue la giunzione introducendo la punta nel bicchiere e spingendo il tubo a mano per mezzo di una leva oppure spingendo il tubo con la benna dell'escavatore, avendo cura di interporre una tavola di legno. Le giunzioni in poliuretano, testate in conformità ai metodi di prova indicati dalla normativa UNI EN 295 parte 3 punto 18, dovranno assicurare una tenuta idraulica, dall'interno verso l'esterno e dall'esterno verso l'interno, fino ad una pressione pari a 1 bar, equivalente ad un battente idraulico di 10 m. di colonna d'acqua. Il sistema di giunzione elastico prefabbricato in poliuretano dovrà assicurare, senza compromettere la tenuta idraulica, una resistenza alla sollecitazione di taglio fino ad un limite massimo di $50 \div 75 \text{ N}$ per millimetro di diametro e disassamenti angolari delle condotte pari a:

sino a $\varnothing$ 200 mm	80 mm/m.
da $\varnothing$ 225 mm. al $\varnothing$ 500 mm.	30 mm/m.
da $\varnothing$ 600 mm al $\varnothing$ 800 mm	20 mm/m.

in conformità ai metodi di prova previsti dalla norma UNI EN 295/3 punto 18.

Come previsto dal "Decreto del Ministero dei lavori Pubblici del 12 dicembre 1985 Norme tecniche relative alle tubazioni" le singole forniture dovranno essere accompagnate da una dichiarazione di conformità, redatta secondo quanto previsto dalla norma UNI CEI EN 45014 Aprile 1999, rilasciata dal fabbricante all'impresa esecutrice; il documento attesta la conformità della fornitura alla normativa UNI EN 295.

Il collaudo dei collettori fognari in grès deve accertare la perfetta tenuta della canalizzazione. Questo accertamento si effettua sottoponendo a pressione idraulica, utilizzando colonne di liquido o adeguati manometri, la canalizzazione stessa mediante riempimento con acqua del tronco da collaudare, con le procedure descritte dalla sotto riportata normativa DIN 4033.

Verifica preliminare della condotta: al termine dei lavori, prima della redazione dello stato finale, è prevista e compensata nel prezzo contrattuale l'effettuazione dell'ispezione televisiva dei collettori realizzati al fine di accertare la corretta esecuzione delle condutture. L'ispezione televisiva, previa l'eventuale preventiva pulizia idrodinamica delle condotte, da effettuare con le seguenti modalità e compensata nel prezzo delle tubazioni offerto dall'Appaltatore in sede di gara, dovrà essere con l'ausilio di furgone, o di altro automezzo mobile, attrezzato per riprese televisive a colori per l'effettuazione di controlli, ispezioni e rilievi all'interno di condutture, fognature, cunicoli, pozzi, etc. L'automezzo dovrà essere dotato di:

- telecamera a colori filoguidata montata su carrello ed avanzamento automatico (con almeno 300 m. di autonomia) e con ottica orientabile a 360°;
- computer di controllo e titolatrici per relazioni e commenti;
- almeno due monitor dai quali seguire le fasi dell'ispezione;
- videoregistratore S.VHS o registratore DVD;
- videostampante o macchina fotografica idonee a fissare i fotogrammi più significativi della ripresa;
- ogni altro dispositivo, ivi comprese telecamere o microcamere, atte ad effettuare l'ispezione nei tratti verticali o comunque non agibili mediante telecamera a carrello.

In caso di anomalie riscontrate, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori con l'ispezione svolta, l'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare gli opportuni interventi atti ad assicurare l'assoluta impermeabilità della condotta ed a eliminare le anomalie presenti; si eseguirà quindi una seconda video ispezione i cui costi diretti ed indiretti (specificati successivamente) saranno a sempre carico dell'Appaltatore.

Prova idraulica:

a) Pressione di prova: la pressione di prova è la pressione equivalente o risultante dal riempimento della sezione di prova fino al livello del terreno in corrispondenza dei pozzetti a valle o a monte, a una sovrappressione di 50 kPa misurata sopra al punto più basso bagnato dall'acqua del tratto esaminato. Per un tempo preliminare di circa 24 ore la tubazione va tenuta completamente piena e per un tempo di circa un'ora durante il quale deve essere mantenuta (anche rabboccando) la pressione di collaudo di 50 kPa.

b) Tempo di prova: il tempo di prova deve essere almeno di 15 minuti.

c) Requisiti di prova: si deve mantenere la pressione entro 50 kPa della pressione di prova definita in precedenza rabboccando con acqua; si deve misurare e registrare la quantità totale di acqua aggiunta durante la prova per soddisfare questo requisito al fine di mantenere il livello dell'acqua che corrisponde alla pressione di prova richiesta; il requisito di prova è soddisfatto se la quantità d'acqua aggiunta, in riferimento alla superficie bagnata, non è maggiore di:

- 0,10 lt/m² nel tempo di 15 min. per le tubazioni;
- 0,12 lt/m² nel tempo di 30 min. per i pozzetti e le camere di ispezione.

Prova ad aria Nel caso si utilizzi aria, si deve mantenere la pressione entro 10 kPa (0,1 bar); si deve misurare e registrare la caduta di pressione durante la prova;

il requisito di prova è soddisfatto se:

- durata di prova ad aria non inferiore 3 minuti per tubi di diametro $\leq 400 \text{ mm.}$ e 0,01 minuti per tubi di diametro $\geq 400 \text{ mm.}$;
- la caduta di pressione ammessa è di 0,5 kPa (0,005 bar).

17 Rivestimenti anticorrosivi e verniciature

17.1 - Rivestimenti anticorrosivi: Saranno applicati a protezione di murature e di prefabbricati in calcestruzzo, dei rivestimenti a base di resine epossidiche. Le

caratteristiche chimiche di tali rivestimenti dovranno rispondere a quanto previsto nell'elenco prezzi unitari. Le prove di resistenza alla corrosione di tali rivestimenti verranno eseguite su rivestimento di 400 microns applicato a lamierini di acciaio dolcissimo, secondo le norme UNI 4715/2. L'applicazione del prodotto, il controllo dello spessore, la stagionatura, l'esecuzione della prova d'immersione nelle soluzioni ed alle temperature richieste, saranno conformi alle norme UNI 4715/18 e le prove di durezza dovranno rispondere alle norme UNI 4715/15. L'Appaltatore, inoltre, dovrà garantire il rivestimento protettivo, solidalmente con il Fornitore dei prodotti anticorrosivi, per una durata - oltre l'anno di garanzia generale delle opere - di ulteriori due anni, durante i quali la Stazione Appaltante avrà diritto all'esecuzione gratuita di tutte le riparazioni che si rendessero necessarie in conseguenza di eventuali degradazioni dovute a deficienze del rivestimento, sia in ordine alla qualità del prodotto, che alla relativa modalità di applicazione. La garanzia, però, non comprende gli indennizzi per danni o interessi di qualsiasi genere.

17.2 - Verniciature: I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori. I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica. Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

a) Ciclo A: Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato : Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e cromato di zinco (Zn Cr O₄), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Le caratteristiche formulative della mano di fondo sono:

- tipo di legante clorocaucciù
- PVC % t 36 %
- % pigmenti sul totale polveri t 82 %
- tipi di pigmento minio- Zn Cr O₄
- legante secco % 25 %
- spessore del film 80 ÷ 100µ
- metodo di applicazione pennello

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

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

3° strato: Mano di finitura al clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici. Le caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante clorocaucciù acrilica
- PVC % t 26 %
- % pigmento sul prodotto finito t 26 %
- Tipo di pigmento biossido di titanio (TiO₂)
- legante secco % 33 %
- spessore del film 40 µ
- metodo di applicazione pennello o rullo

b) Ciclo B: Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato: Mano di fondo epossidica pigmentata con Zn Cr O₄ (cromato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto. Le caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC % t 36 %
- % pigmento sul totale polveri t 25 %
- tipo di pigmento cromato di zinco Zn Cr O₄
- legante secco % 26 %
- spessore film 30 ÷ 40 µ
- metodo di applicazione pennello

2° strato: Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO₂), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante epossidico
- PVC % t 40 %
- % pigmento sul prodotto finito t 11 %
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO₂)
- legante secco % 26 %
- spessore del film 80 ÷ 100 µ
- metodo di applicazione pennello

3° strato: Mano di finitura poliuretanica di tipo non ingiallente e non sfarinante; il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTMD 2615/67T):

- tipo di legante poliuretanico
- PVC % t 16 %
- % pigmento sul prodotto finito t 26 %
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO₂)
- legante secco % 39 %
- spessore del film 30 ÷ 40 µ
- metodo di applicazione pennello o rullo

c) Ciclo C: Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° strato: Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), cromati di zinco, fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione. E' ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO₄) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi. Le caratteristiche formulative della mano di fondo:

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

2° strato: Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1a mano, di composizione identica al 1° strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti riempitivi. Le caratteristiche formulative della 2a mano:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri t 55 %
- tipi di pigmento ossido di piombo, cromato di zinco, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro
- legante secco % t 18 %
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca t 60 %

- spessore del film secco 35 ÷ 40 µ
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

3° strato: Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù; non sarà tollerata la presenza di colofonia. Le caratteristiche formulative della 3° mano:

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- %pigmenti sul totale delle polveri t 55 %
- tipi di pigmento biossido di titanio (Ti O2), ftalocianina bleu
- % di Ti O2 sul totale pigmenti t 30 %
- legante secco (resina) % t 40 %
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca t 60 %
- spessore del film secco 35 ÷ 40 µ
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

4° strato: Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano. Le caratteristiche formulative della 4a mano:

- tipo di legante alchidico - clorocaucciù
- % pigmenti sul totale delle polveri t 55 %
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO2), ftalocianina bleu
- % di TiO2 sul totale pigmenti t 30 %
- legante secco (resina) % t 40 %
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- spessore del film secco 35 ÷ 40 µ
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n.555 (S.O. alla G.U. n.15 del 20-1-1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18-4-1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20-2-1988 n.141 (G.U. n. 104 del 5-5-1988) e successive modifiche ed integrazioni.

d) Preparazione del supporto: La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Impresa mediante spazzolatura meccanica o sabbatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto. Il tipo di pulizia, spazzolatura meccanica e sabbatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori. Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

18 Elementi prefabbricati in calcestruzzo

18.1 - Pozzetti stradali: I pozzetti stradali saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo a 2.00 q.li di cemento tipo 325 per m3 d'impasto; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a quota idonea a garantire l'esatta collocazione altimetrica del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale; prima della posa dell'elemento inferiore, si spalmerà il sottofondo con cemento liquido e, qualora la posa avvenga a sottofondo indurito, questo dovrà esser convenientemente bagnato. I giunti di collegamento dei singoli elementi prefabbricati dovranno essere perfettamente sigillati con malta cementizia. Nella posa dell'elemento contenente la luce di scarico, si avrà cura di angolare esattamente l'asse di questa rispetto alla fognatura stradale, in modo che il condotto di collegamento possa inserirsi in quest'ultima senza curve e deviazioni. Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguagli dello spessore occorrente.

18.2 - Camerette di ispezione: Le camerette d'ispezione, di immissione, di cacciata e quelle speciali in genere verranno eseguite secondo i tipi e con le dimensioni risultanti dal progetto, sia che si tratti di manufatti gettati in opera che di pezzi prefabbricati. Nel primo caso il conglomerato cementizio da impiegare nei getti sarà di norma confezionato con cemento tipo 325 dosato a q.li 2,50 per m3 di impasto. Prima dell'esecuzione del getto dovrà aver cura che i gradini di accesso siano ben immorsati nella muratura provvedendo, nella posa, sia di collocarli perfettamente centrati rispetto al camino di accesso ed ad esatto piombo tra di loro, sia di non danneggiare la protezione anticorrosiva. I manufatti prefabbricati dovranno venire confezionati con q.li 3,50 di cemento 325 per m3 di impasto, vibrati su banco e stagionati almeno 28 giorni in ambiente umido. Essi verranno posti in opera a perfetto livello su sottofondo in calcestruzzo che ne assicuri la massima regolarità della base di appoggio. Il raggiungimento della quota prevista in progetto dovrà di norma venir conseguito per sovrapposizione di elementi prefabbricati di prolunga, sigillati fra loro e con il pozzetto con malta di cemento: solo eccezionalmente, quando la profondità della cameretta non possa venir coperta con le dimensioni standard delle prolunghie commerciali e limitatamente alla parte della camera di supporto al telaio portachiusino, si potrà ricorrere ad anelli eseguiti in opera con getto di cemento o concorsi di laterizio. Tanto le camerette prefabbricate quanto quelle eseguite in opera, se destinate all'ispezione od alla derivazione, di condotti principali di fognatura, dovranno avere il fondo sagomato a semitubo dello stesso diametro delle tubazioni in esse concorrenti e di freccia pari a circa 1/4 del diametro stesso; quelle prefabbricate dovranno inoltre essere provviste di fianchi di alloggiamento per le tubazioni concorrenti con innesti del medesimo tipo di quelli delle tubazioni stesse, salvo contraria disposizione della Direzione dei Lavori, di procedere alla parziale demolizione delle pareti del pozzetto. Le camerette d'ispezione vanno previste:

- al termine della rete di scarico assieme al sifone e ad una derivazione;
- ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;
- ogni 15 m. di percorso lineare per tubi con diametro fino a 100 mm.;
- ogni 30 m. di percorso lineare per tubi con diametro oltre i 100 mm.;
- ad ogni confluenza di due o più provenienze;
- alla fine di ogni colonna.

18.3 - Canalette di deflusso dalle strade: Saranno poste in opera dal basso, in apposita sede scavata sulla superficie della scarpata, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento, partendo dal fosso di guardia fino alla banchina, dove sarà eseguito un raccordo per l'imbocco delle acque di deflusso mediante calcestruzzo del tipo fondazioni; la sagomatura dell'invito dovrà essere eseguita in modo tale da non creare ostacolo all'acqua, al fine di evitare ristagni, travasi e convogliamenti non desiderati. Qualora non vi sia ritegno sul fosso di guardia si avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio di diametro ϕ 20 mm., della lunghezza minima di 80 cm. con sporgenza di 20 cm., per impedire lo slittamento.

18.4 - Cordonate in calcestruzzo: Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo con sezione da determinarsi a cura del Direttore dei Lavori, saranno di lunghezza un metro, salvo nei tratti di curva a stretto raggio o nei casi particolari indicati sempre dalla Direzione dei Lavori. La resistenza caratteristica del calcestruzzo (Rck) impiegato per la cordonata dovrà essere di classe 300 Kg/cm2. La Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà eseguire dei prelievi, mediante confezionamento di provini cubici di 10 cm. di lato, da sottoporre al controllo della resistenza a compressione semplice. Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo minimo di 10+15 cm. di spessore e

opportunamente rinfiacati in modo continuo da ambo i lati. I giunti, salvo per i profili già predisposti con l'incastro alle estremità, saranno sigillati con malta fina di cemento.

Particolare cura, l'Impresa dovrà avere durante la posa per rispettare gli allineamenti di progetto, mentre gli attestamenti tra i consecutivi elementi di cordona dovranno essere perfetti e privi di sbavature o riseghe.

18.5 - Canalette ad embrice: Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} > 25$ MPa, in elementi di 50/40 x 50 x 20 cm. e spessore 5 cm., secondo i disegni tipo di progetto. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia. Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi. L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro ϕ 24 mm. e lunghezza non inferiore a 80 cm., infissi nel terreno per almeno 60 cm., in modo che sporgano almeno 20 cm.; ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle. In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato. La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso. La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi. Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione dei Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione dei Lavori. (Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione dei Lavori e dall'Impresa. Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere. Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

18.6 - Cunetta e fossi di guardia: La posa sarà eseguita su letto di materiale arido costipato di spessore 10/15 cm., avendo cura che in nessun posto restino dei vuoti che comprometterebbero la resistenza delle cunette; è compresa inoltre la stuccatura dei giunti con malta di cemento normale dosata a 500 Kg.

18.7 - Allacciamenti ai condotti di fognatura degli scarichi privati e dei pozzetti stradali: Gli allacciamenti dei pozzetti stradali ai condotti di fognatura dovranno, di norma, essere realizzati (salvo particolari disposizioni della Direzione dei Lavori) in tubi di calcestruzzo di cemento opportunamente rinfiacati. Gli allacciamenti degli scarichi privati dovranno invece essere realizzati unicamente in tubi di grès ceramico o PVC rigido. Nell'esecuzione delle opere di allacciamento si dovrà avere particolare cura per evitare gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione ricorrendo sempre all'impiego di pezzi speciali di raccordo e di riduzione. Le connessioni con gli sghebbi dovranno essere accuratamente eseguite ai fini di non creare sollecitazioni di sorta su di essi, con pericolo di rotture. Nell'eventualità di dover allacciare al condotto stradale immissioni in punti in cui non esistono sghebbi, le operazioni relative saranno stabilite volta per volta dalla Direzione dei Lavori. Per l'inserimento di sghebbi in tubazioni prefabbricate in c.a. si dovrà procedere con ogni diligenza onde evitare la rottura del condotto, limitando le dimensioni del foro a quanto strettamente necessario; gli sghebbi verranno quindi saldati alla tubazione senza che abbiano a sporgere all'interno del tubo e gettando all'esterno dello stesso un blocco di ammaraggio in calcestruzzo onde ad evitare il distacco del pezzo speciale. Per la realizzazione di allacciamenti alle tubazioni di grès ceramico dovranno essere predisposti appositi pezzi speciali. In alternativa gli innesti potranno essere realizzati praticando dei fori sulle tubazioni per mezzo di una macchina carotatrice e inserendo in questi uno sghebbio, previa l'interposizione di una apposita guarnizione di tenuta. Nel collegamento tra i condotti e gli sghebbi dovranno infine prendersi le precauzioni atte ad evitare la trasmissione su questi ultimi di ogni sollecitazione che ne possa provocare la rottura o il distacco. L'Impresa resterà in ogni caso responsabile di cedimenti, rotture e danni che si verificassero e dovrà provvedere a sua cura e spese alle riparazioni e sostituzioni relative, nonché al risarcimento di danni derivati alla stazione appaltante o a Terzi.

18.8 - Pozzetti di scarico (caditoie) delle acque stradali: I pozzetti per lo scarico delle acque stradali saranno costituiti da manufatti prefabbricati in calcestruzzo di cemento di tipo monoblocco muniti di sifone incorporato; salvo contrarie disposizioni della Direzione dei Lavori avranno dimensioni interne di 50 x 50 x 90 cm. oppure di 45 x 45 x 90 cm. La copertura sarà costituita da una caditoia in ghisa, del tipo previsto in elenco prezzi, nel caso che il pozzetto venga installato in sede stradale o da un chiusino pure in ghisa qualora venga installato sotto il marciapiede. Il tubo di scarico sarà, secondo quanto previsto in elenco prezzi, in calcestruzzo normale del tipo senza bicchiere o in polietilene neutro alta densità a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente liscio, conforme alle normative CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46), oppure in P.V.C. rigido (colore rosso mattone) conforme alle norme UNI 7447/75 - tipo 303/2 - serie leggera - in possesso del marchio di qualità IIP, del diametro interno ϕ 12÷15 cm. I pozzetti saranno posti in opera su sottofondo in calcestruzzo; la superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente orizzontale e a quota idonea a garantire l'esatto collocamento altimetrico del manufatto rispetto alla pavimentazione stradale.

19 Sottofondi

19.1 - Strato drenante in sabbia e ghiaia: Previa l'interposizione, ove prevista, di un telo in feltro TNT, andrà posto uno strato di ghiaia mista a sabbia. La sabbia da adoperarsi potrà essere di fiume o di cava, prevalentemente monogranulare per esaltarne le proprietà drenanti, pulita e scevra da sostanze argillose, melmose terrose. Se proveniente da cave, dovrà essere di materiale non disgregabile, sano e pulito; la granulometria sarà quella caratteristica della sabbia grossa (2÷5 mm.) e la ghiaia dovrà essere di granulometria variabile (10÷70 mm.) e con caratteristiche analoghe a quelle citate per la sabbia. La Direzione dei Lavori potrà richiedere, a suo insindacabile giudizio, il lavaggio di detti materiali, che dovranno essere inoltre costituiti da elementi di forma pressoché poliedrica e arrotondata, e comunque non lamellare e di grossezze assortite. Gli elementi più piccoli delle ghiaie non dovranno passare in un vaglio a maglie rotonde di un centimetro di diametro. Per le caratteristiche di norma valgono le prescrizioni fissate dall'art. 2 delle Norme per costruzioni stradali del C.N.R.

19.2 - Canali di drenaggio: Saranno eseguiti predisponendo con la dovuta cura nelle trincee di scavo il materiale inerte costituito da ciottoli e pietrame, lavato e vagliato: questo sarà calato a mano allo scopo di non arrecare danni al geotessuto e per formare un composto compatto e regolare.

19.3 - Stabilizzazione delle terre con calce: La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da una terra, calce idrata ed acqua, in quantità tali da migliorare le caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche della terra, onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

a) L'Impresa, per l'esecuzione dei lavori di stabilizzazione delle terre con calce, dovrà attenersi alle norme tecniche del C.N.R. - B.U. n. 36 del 21 gennaio 1973. b) Caratteristiche dei materiali componenti la miscela

1. terra: La terra, sottoposta a trattamento, deve essere di tipo limo-argillosa ed avere indice di plasticità normalmente superiore a 10 (tipo A6 ed A7 di cui alla norma tecnica C.N.R.-U.N.I. 10006). La curva granulometrica deve rientrare nel fuso riportato al punto 2.1. della norma C.N.R. - B.U. n. 36/73.
2. calce: La calce da utilizzare dovrà essere del tipo calce idrata che deve rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. n. 2231 del 16/11/1939.
3. acqua: L'acqua necessaria per portare la miscela al tenore di umidità voluto deve essere esente da impurità dannose e da materie organiche.

c) **Progettazione e controllo delle miscele:** Prima dell'inizio dei lavori, L'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori e sottoporle alla sua approvazione, tutte quelle prove di pre-qualificazioni per individuare le quantità di acqua e di calce con cui si dovrà effettuare l'impasto. Tutte le spese ed oneri, inerenti le prove di laboratorio saranno a completo carico dell'Appaltatore.

La determinazione preventiva della quantità di acqua e di calce vanno valutate in base a prove C.B.R. (C.N.R.-U.N.I. 10009 punto 3.2.1.), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione. Pertanto, prendendo almeno tre miscele sperimentali con diversi tenori di calce si dovranno definire i valori massimi dell'indice C.B.R., della densità del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione. I valori indicativi della quantità di calce che consente di ottenere una miscela dalle caratteristiche di portanza e costipabilità adeguati sono i seguenti:

Stabilizzazione di materiali	Calce idrata
Strati di sovrastruttura	4÷10%
Bonifiche di terreni (piani di posa e/o rilevati)	1÷ 3%

I valori minimi dell'indice C.B.R. a 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, devono essere conformi al punto 4.1. della norma C.N.R. - B.U. n. 36/73, ovvero nei termini della tabella di seguito riportata:

Caratteristiche	Sovrastruttura stradale	Sottofondo	Bonifiche
Indice C.B.R.	≥50%	≥20%	≥10% *
Rigonfiamento	< 1%	< 2%	

* Dopo 2 ore e senza imbibizione.

d) **Operazioni di cantiere:** L'Impresa dovrà eseguire la lavorazione con la tecnica della miscelazione in sito, dove si prevede la seguente successione delle fasi operative:

1. Scarificazione e polverizzazione: Tali operazioni sono necessarie, nei casi in cui il materiale naturalmente collocato, laddove dovrà essere messo a dimora, soddisfi le esigenze progettuali. La scarifica del terreno deve interessare lo strato da stabilizzare per tutta la sua altezza, ed inoltre durante tale operazione si dovrà procedere all'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali estranei presenti quali radici, residui legnosi ed erbose. Con la depolverizzazione si dovrà procedere allo sminuzzamento delle eventuali zolle di argilla di dimensioni superiori ai 5 cm.; i macchinari utilizzati per tale operazione di scarifica e depolverizzazione sono: lame scarificatrici, erpici a disco, rippers con successivo passaggio dei mescolatori a rotore per la definitiva operazione di frantumazione. Tutti i mezzi impiegati devono essere ritenuti idonei e validi dalla Direzione dei Lavori.
2. Spandimento della calce e dell'acqua: Lo spandimento della calce dovrà essere in accordo con i dosaggi emersi dalle preliminari prove di laboratorio, nel corso delle quali si è definita la miscela determinandone i rapporti ponderali tra i vari componenti. La calce può essere aggiunta al terreno in forma pulverulenta (metodo asciutto), da eseguirsi mediante spanditore di idonee caratteristiche per ottenere una uniforme distribuzione della calce sulla superficie sia in senso longitudinale che trasversale. I spanditori trainati e riforniti per mezzo di tubi flessibili in gomma o metallici, che si dipartono dai mezzi di trasporto della calce in cantiere, dovranno essere dotati di attrezzature per evitare la dispersione eolica della calce e tali da consentire il dosaggio della calce in funzione della velocità di avanzamento del gruppo semovente. L'aggiunta di acqua alla miscela per ottenere i valori di umidità stabili nelle prove di laboratorio, si dovrà effettuare con autobotti dotate di barre spruzzatrici, tali da consentire di irrorare d'acqua tutta la parte di sezione trasversale sulla quale precedentemente si è provveduto alla stesa della calce. Sono ammessi altri sistemi e tecniche per lo spandimento della calce, purché ritenuti validi dalla Direzione dei Lavori. Qualora non si operi con il cosiddetto "treno di stabilizzazione", ovvero non si proceda ad una produzione continua di miscela in sito, lo spandimento della calce in polvere dovrà interessare una superficie non superiore a quella che potrà essere lavorata nel giorno stesso.
3. Miscelazione: La miscelazione dovrà avvenire con macchinari che, muovendosi lungo i materiali stesi, li miscelano inserendosi nel terreno senza sollevarlo. Si dovranno prevedere più passaggi del mescolatore sullo strato da trattare fino al raggiungimento della totale omogeneizzazione dei componenti. Il mescolatore a rotore del tipo semovente o trainato deve essere in grado di lavorare strati di profondità, se riferiti a materiali sciolti, variabili da 15 a 50 cm. L'Impresa, durante la miscelazione dovrà realizzare la mescolazione di una striscia dopo qualche ora rispetto a quella adiacente già lavorata ed interessando nella mescolazione di quella zona circa 5÷10 cm. della prima. Particolare cura durante le operazioni dovrà essere rivolta a non creare dei giunti trasversali di ripresa tra due strisce consecutive.
4. Compattazione delle miscele e la finitura degli strati: Il costipamento deve essere effettuato su miscele aventi una umidità pari a quella ottenuta nelle prove di laboratorio. La Direzione dei Lavori, a seconda delle situazioni particolari dell'intervento, ordinerà all'Impresa l'esecuzione della compattazione mediante dei statici a piede di montone seguiti dal passaggio di rulli pesanti a ruote gommate o da rulli vibranti. L'eventuale finitura degli strati deve avvenire con l'impiego delle macchine livellatrici; è assolutamente vietato intervenire con l'apporto di nuovo materiale.

e) **Controlli in corso d'opera:** La Direzione dei Lavori potrà effettuare tutti i controlli previsti al punto 5 della norma C.N.R. - B.U. n. 36/73, ovvero nei termini di seguito indicati:

Caratteristiche	Sovrastruttura stradale	Sottofondo	Bonifiche
Peso specifico del secco in sito (grado di costipamento)	t 95 % (*)	t 95 % *	t 95 % *
Modulo di deformazione Md (Kg/cm ²)(CNR-BU n. 9/67)	t 800	t 400	t 150
Indice C.B.R.	Valore almeno pari ai dati di progetto		

* Valore percentuale riferito al peso di volume massimo del secco ottenuto in laboratorio con la miscela di progetto.

L'Impresa dovrà mettere a disposizione attrezzature, materiali, personale e farsi carico dei relativi oneri di tutte le prove ordinate dalla Direzione dei Lavori.

19.4 - Massicciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica - Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo di argilla da 0,074 mm. sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 mm.; la relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra le curve limiti che determinano il fuso di Talbot. Lo strato dovrà avere un indice di plastica tra 6 e 9 (salvo, in condizioni particolari secondo rilievi di laboratorio,

alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzie che né la sovrastruttura si disgreghi né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, ed in modo di realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico.

A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 cm. e ad un C.B.R. saturo a 2,5 mm. di penetrazione non inferiore al 50%.

Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico (max. 8 kg/cm² previsto per pneumatici di grossi automezzi dal nuovo Codice della Strada) mediante la prova di punzonamento C.B.R. (California Bearing Ratio) su campione compattato preventivamente col metodo Proctor.

Il materiale granulometrico tanto che sia tout-venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta, ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla deve essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procede al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante motor-grader ed alla contemporanea stesa sulla superficie stradale.

Poi, dopo conveniente umidificazione in relazione alle condizioni ambientali, si compatta lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'impresa sarà tenuta a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correttamente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima ed umidità ottima (prove di Proctor), portanza (C.B.R.) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto. Il laboratorio da campo messo a disposizione dall'Impresa alla Direzione dei Lavori dovrà essere dotato di:

- a. una serie di setacci per pietrischetti diametri 25, 15, 10, 5, 2; per le terre serie A.S.T.M 10, 20, 40, 80, 140, 200;
- b. un apparecchio Proctor completo;
- c. un apparecchio per la determinazione della densità in posto;
- d. una stufetta da campo;
- e. una bilancia tecnica, di portata di 10 kg. e approssimazione di un grammo.

19.5 - Fondazione in misto granulare - Tale fondazione è costituita da una miscela di materiali granulari (misto granulare) stabilizzati per granulometria con l'aggiunta o meno di legante naturale, il quale è costituito da terra passante al setaccio 0,4 UNI. L'aggregato potrà essere costituito da ghiaie, detriti di cava, frantumato, scorie od anche altro materiale; potrà essere: materiale reperito in sito, entro o fuori cantiere, oppure miscela di materiali aventi provenienze diverse, in proporzioni stabilite attraverso un'indagine preliminare di laboratorio e di cantiere.

Lo spessore da assegnare alla fondazione sarà fissato dalla Direzione dei Lavori in relazione alla portata del sottofondo; la stesa avverrà in strati successivi, ciascuno dei quali non dovrà mai avere uno spessore finito superiore a 20 cm. e non inferiore a 10 cm.

1 - Caratteristiche del materiale da impiegare: Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, risponderà alle caratteristiche seguenti:

a) L'allegato non deve avere dimensioni 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 U.N.I	Miscela passante: % tot. in peso
CRIVELLO 71	100
CRIVELLO 40	75/100
CRIVELLO 25	60/87
CRIVELLO 10	35/67
CRIVELLO 5	25/55
CRIVELLO 2	15/40
SETACCIO 0,400	7/22

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 eseguita sulle pezzature inferiori al 30%;

e) Equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio 4 ASTM compreso tra 25 e 65.

Tale controllo dovrà anche essere eseguito per materiale prelevato dopo costipamento.

Il limite superiore dell'equivalente in sabbia potrà essere variato dalla Direzione dei Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25 e 35, la Direzione dei 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;

f) Indice di portanza C.B.R., dopo 4 giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50.

E', inoltre, richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo del 2%, più o meno, rispetto all'umidità ottima di costipamento.

2 - Studi preliminari: Le caratteristiche suddette dovranno essere accettate dalla Direzione dei Lavori mediante prove di laboratorio sui campioni che l'Impresa avrà cura di presentare a tempo opportuno. Contemporaneamente l'Impresa dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera, prelevando il materiale in sito già miscelato, prima e dopo effettuato il costipamento.

3 - Modalità esecutive: Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm. e non inferiore a 10 cm. e dovrà presentarsi, dopo costipato, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato; verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Impresa. Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria e per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno, per ogni cantiere, determinate dalla Direzione dei Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (prove di costipamento). 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; il valore del modulo di compressibilità Me non dovrà essere inferiore ad 80 N/mm². La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di 4,50 ml. di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5%, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. Sullo strato di fondazione, compattato in conformità delle prescrizioni avanti indicate, è buona norma procedere subito alla esecuzione delle pavimentazioni, senza far trascorrere, tra le due fasi di lavori un intervallo di tempo troppo lungo, che potrebbe recare pregiudizio ai valori di portanza conseguiti dallo strato di fondazione a costipamento ultimato. Ciò allo scopo di eliminare i fenomeni di allentamento, di asportazione e di disgregazione del materiale fine, interessanti la parte superficiale degli strati di fondazione che non siano adeguatamente protetti dal traffico di cantiere o dagli agenti atmosferici; nel caso in cui non sia possibile procedere immediatamente

dopo la stesa dello strato di fondazione alla realizzazione delle pavimentazioni, sarà opportuno procedere alla stesa di una mano di emulsione saturata con graniglia a protezione della superficie superiore dello strato di fondazione oppure eseguire analoghi trattamenti protettivi.

19.6 - Fondazioni in misto cementato: Gli strati in misto cementato per fondazione o per base sono costituiti da un misto granulare di ghiaia (o pietrisco) e sabbia impastato con cemento e acqua in impianto centralizzato a produzione continua con dosatori a peso o a volume. Gli strati in oggetto avranno lo spessore che sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori: comunque si dovranno stendere strati il cui spessore finito non risulti superiore a 20 cm. o inferiore a 10 cm.

1 - Caratteristiche dei materiali:

INERTI: Saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava o di fiume con percentuale di frantumato complessivo compresa tra il 30% ed il 60% in peso sul totale degli inerti (la Direzione dei Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito, in questo caso la miscela dovrà essere

tale da presentare le stesse resistenze a compressione ed a trazione a 7 giorni; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,075 mm.) aventi i seguenti requisiti:

a) L'aggregato deve avere dimensioni non superiori a 40 mm., nè forma appiattita, allungata o lenticolare;

b) Granulometria, a titolo orientativo, compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti:

Serie crivelli e setacci U.N.I	Miscela passante: % tot. in peso
CRIVELLO 40	100
CRIVELLO 30	80/100
CRIVELLO 25	72/90
CRIVELLO 10	53/70
CRIVELLO 5	40/55
CRIVELLO 2	28/40
SETACCIO 0,400	18/30
SETACCIO 0,4	8/18
SETACCIO 0,18	6/14
SETACCIO 0,075	5/10

c) Perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 30%;

d) Equivalente in sabbia compreso tra 30 e 60;

e) Indice di plasticità non determinabile (materiale non plastico).

L'Impresa, dopo avere eseguito prove in laboratorio, dovrà proporre alla Direzione dei Lavori la composizione da adottare e successivamente l'osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri; verrà ammessa una tolleranza del 5%, fino al passante al crivello 5 e del 2%, per il passante al setaccio 2 e inferiori.

LEGANTE: Verrà impiegato cemento di tipo normale (Portland, pozzolanico, d'alto forno); a titolo indicativo la percentuale di cemento in peso sarà compresa tra il 2,5% e il 3,5% sul peso degli inerti asciutti.

ACQUA: Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva; la quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento con variazione compresa entro il 2%, del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze appresso indicate.

2 - Miscela - Prove di laboratorio e in sito: La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in relazione alle prove di resistenza appresso indicate.

3 - Resistenza: Verrà eseguita la prova di resistenza a compressione ed a trazione sui provini cilindrici confezionati entro stampi C.B.R. (C.N.R. - U.N.I. 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm., diametro $\varnothing$ 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 1 cm. circa 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 inerti, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua nei quantitativi necessari ad ogni singolo provino. Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello U.N.I. 25 mm (o setaccio ASTM 3/4) allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente. La miscela verrà costipata su 5 strati con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO T 180 e a 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello mm. 50.8, peso pestello Kg. 4.54, altezza di caduta cm. 45.7). I provini dovranno essere estratti dallo stampo dopo 24 ore e portati successivamente a stagionatura per altri 6 giorni in ambiente umido (umidità relativa non superiore al 90% e temperatura di circa 20°C); in caso di confezione in cantiere la stagionatura si farà in sabbia mantenuta umida; operando ripetutamente nel modo suddetto, con impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello da 25 mm.) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio. Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante. I provini, confezionati come sopra detto, dovranno avere resistenze a compressione a 7 giorni non minori di 2,5 N/mm² e non superiore a 4,5 N/mm² ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" non inferiore a 0,25 N/mm². Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelte la curva, la densità e le resistenze di progetto da usare come riferimento nelle prove di controllo.

4 - Preparazione: La miscela verrà confezionata in appositi impianti centralizzati con dosatori a peso o a volume.

La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti, il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1500 m³ di miscela.

5 - Posa in opera: La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti; per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli lisci o rulli gommati (oppure rulli misti vibranti e gommati) tutti semoventi. L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno determinate dalla Direzione dei Lavori su una stesa sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere (Prova di Costipamento).

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambienti inferiori a 0°C e superiori a 25°C ^{ÖÇÜ} sotto pioggia; potrà tuttavia essere consentita la stesa a temperature comprese tra i 25+30°C. In questo caso, però, sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato. Infine le operazioni di costipamento e di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela. Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature di 15+18°C ed umidità relative del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relative anch'esse crescenti; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa all'ambiente non scenda al di sotto del 15%, in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione del getto. Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 1+2 ore per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polistirolo espanso (o materiale similare) conservati umidi. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso

della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale per tutto lo spessore dello strato. Non saranno eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa. Il transito di cantiere sarà ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche, o da altre cause, dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

6 - Protezione superficiale: Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di rifinitura, dovrà essere eseguito lo stendimento di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1-2 Kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto ed il successivo spargimento di sabbia.

7 - Norme di controllo delle lavorazioni e di accettazione: La densità in sito dovrà essere maggiore o uguale al 97% della densità di progetto. Il controllo di detta densità dovrà essere eseguito con cadenza giornaliera (almeno una prova per giornata lavorativa) prelevando il materiale durante la stesa ovvero prima dell'indurimento; la densità in sito si effettuerà mediante i normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm. Ciò potrà essere ottenuto attraverso una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm. e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura col volumometro; la sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento, per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso. Il controllo della densità potrà anche essere effettuato sullo strato finito (almeno con 15-20 giorni di stagionatura), su provini estratti da quest'ultimo tramite carotatrice; la densità secca ricavata come rapporto tra il peso della carota essiccata in stufa a 105+110°C fino al peso costante ed il suo volume ricavato per mezzo di pesata idrostatica previa paraffinatura del provino, in questo caso la densità dovrà risultare non inferiore al 100% della densità di progetto. Nel corso delle prove di densità verrà anche determinata l'umidità della miscela, che, per i prelievi effettuati alla stesa, non dovrà eccedere le tolleranze indicate al punto b) del presente articolo. La resistenza a compressione ed a trazione verrà controllata su provini confezionati e stagionati in maniera del tutto simile a quelli di studio preparati in laboratorio, prelevando la miscela durante la stesa e prima del costipamento definitivo, nella quantità necessaria per il confezionamento dei sei provini (tre per le rotture a compressione e tre per quelle a trazione) previa la vagliatura al crivello da 25 mm. Questo prelievo dovrà essere effettuato almeno ogni 1500 mc. di materiale costipato. La resistenza a 7 giorni di ciascun provino, preparato con la miscela stesa, non dovrà discostarsi da quella di riferimento preventivamente determinato in laboratorio di oltre il 20%; comunque non dovrà mai essere inferiore a 2,5 N/mm² per la compressione e 0,25 N/mm² per la trazione. La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm., controllato a mezzo di un regolo di 4,50 ml. di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali, e tale scostamento non potrà essere che saltuario. Qualora si riscontri un maggior scostamento dalla sagoma di progetto, non è consentito il ricarico superficiale e l'Impresa dovrà rimuovere a sua totale cura e spese lo strato per il suo intero spessore.

20 Bitumature e manti asfaltici

20.1 - Trattamento superficiale con bitume a caldo: Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 170+180°C in adatte apparecchiature munite di termometri che permettano il sicuro controllo della temperatura stessa e sarà sparso con distributori a pressione in modo da ottenere l'esatta e uniforme distribuzione delle prescritte quantità; si dovranno evitare riscaldamenti troppo prolungati che possono alterare sensibilmente il bitume. Le applicazioni dovranno essere eseguite sulle sedi accuratamente pulite ed asciutte e lo spandimento del legante dovrà essere condotto in modo da coprire la massicciata con un unico velo sottile, uniforme e continuo e penetrare in tutti gli interstizi, evitando ogni disuniformità di distribuzione che dia luogo alla formazione di zone differenziate. Il legante dovrà essere steso nel quantitativo unitario di volta in volta prescritto. Il materiale di copertura, disteso a mano o con mezzi meccanici, dovrà risultare regolare, continuo e di spessore uniforme. Immediatamente dopo lo spargimento il materiale stesso sarà rullato con compressore da 6-8 tonn. Resta inteso che la stesa del pietrischetto con la relativa rullatura deve essere effettuata immediatamente dopo lo spandimento del bitume, prima che lo stesso abbia a raffreddarsi per indurirsi.

20.2 - Strato di base in misto bitumato: 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 10+15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati o metallici a rapida inversione; lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

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

a) **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.

- **Aggregato grosso (frazione > 4 mm):** L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di ghiaie e/o brecce e/o pietrisco/pietrischetto/graniglia che dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita secondo la norma C.N.R. B.U. n. 34/7, inferiore al 25%;
- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 90% in peso;
- dimensione massima dei granuli 40 mm (valida per uno spessore finito dello strato di base di almeno 7 cm);
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- forma approssimativamente sferica (ghiaie) o poliedrica (brecce e pietrischi), comunque non appiattita, allungata o lenticolare, 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.

- **Aggregato fino (frazione o 4 mm):** L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e/o ghiaie e/o brecciolini e sabbia naturale e/o di frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;

contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;

equivalente in sabbia determinato secondo la norma B.U. C.N.R. n. 27 (30/3/1972) superiore a 50%;

materiale non plastico, secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014;

limite liquido (WL), secondo la norma C.N.R.-U.N.I. 10014, non superiore al 25%.

- **Additivi:** 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.

b) **Legante bituminoso:** Dovrà avere i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi" del C.N.R. - B.U. n. 68 del 23/5/1978. Il bitume dovrà essere del tipo di penetrazione 60+70, ovvero avere una penetrazione a 25°C di 60-70 dmm. e le altre caratteristiche rispondenti a quelle indicate per la

gradazione B 50/70 nella norma C.N.R. Per la valutazione delle caratteristiche di: penetrazione, punto di ramollimento P.A., punto di rottura Fraas, duttilità e volatilità, si useranno rispettivamente le seguenti normative: B.U. C.N.R. n. 24 (29/12/1971); B.U. C.N.R. n. 35 (22/11/1973); B.U. C.N.R. n. 43 (6/6/1974); B.U. C.N.R. n. 44 (29/10/1974); B.U. C.N.R. n. 50 (17/3/1976). Il bitume dovrà avere inoltre un indice di penetrazione, secondo la tabella UNI 4163 - ed. febbraio 1959, calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra -1,0 e 1,0: IP: indice di penetrazione = $(20 T U - 500 T V) / (U + 50 T V)$ dove:

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

V = $\log(800) - \log(\text{penetrazione bitume in dmm. a } 25^\circ\text{C})$

Il prelevamento dei campioni di bitume dovrà avvenire in conformità a quanto prescritto dalla norma C.N.R. B.U. n. 81/1980.

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

Serie crivelli e setacci U.N.I	Miscela passante: % tot. 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
CRIVELLO 2	20 ÷ 40
CRIVELLO 0.4	6 ÷ 20
CRIVELLO 0.18	4 ÷ 14
SETACCIO 0,075	4 ÷ 8

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

- il valore della stabilità Marshall - Prova B.U. C.N.R. n. 30 (15/3/1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 3% e 7%;
- sufficiente insensibilità al contatto prolungato con l'acqua; la stabilità Marshall, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 149/92, dovrà risultare pari almeno al 75% del valore originale; in difetto, a discrezione della Direzione dei Lavori, l'impasto potrà essere ugualmente accettato purché il legante venga additivato con il dope di adesione e, in tal modo, l'impasto superi la prova.

I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa e la stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall.

La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10 °C.

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

la densità (peso in volume) - determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 - non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

d) **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 dei Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Impresa, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

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

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di ±0,3%. Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle carote prelevate in sito. Su richiesta della Direzione dei Lavori sul cantiere di lavoro dovrà essere installato a cura e spese dell'Impresa un laboratorio idoneamente attrezzato per le prove ed i controlli in corso di produzione, condotto da personale appositamente addestrato. In quest'ultimo laboratorio dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (B.U. C.N.R. n. 40 del 30/3/1973), media di due prove; percentuale di vuoti (B.U. C.N.R. n. 39 del 23/3/1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall.

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

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione dei Lavori sul quale l'impresa dovrà giornalmente registrare tutte le prove ed i controlli effettuati. In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione dei Lavori effettuerà, a sua discrezione, tutte le verifiche, prove e controlli, atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali. La stazione appaltante si riserva la espressa facoltà di verificare, tramite la Direzione dei Lavori, le varie fasi di preparazione dei conglomerati. A tal uopo l'Impresa è tassativamente obbligata a fornire all'Amministrazione appaltante gli estremi (nome commerciale ed indirizzo) della ditta di produzione dei conglomerati unitamente al formale impegno di questa a consentire alla Direzione dei Lavori sopralluoghi in fabbrica in qualsiasi numero ed in ogni momento con la facoltà di operare dei prelievi di materiali, assistere e verificare le fasi di manipolazione e confezione.

e) **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 allo stoccaggio degli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura. Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate. Il tempo di miscelazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi. La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%. L'ubicazione dell'impianto di mescolamento dovrà essere tale da consentire, in relazione alle distanze massime della posa in opera, il rispetto delle temperature prescritte per l'impasto e per la stesa.

f) **Posa in opera delle miscele:** La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione dei Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato. Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5+1 Kg/m², secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione dei Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento. Le vibrofinitrici dovranno comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazioni degli elementi litoidi più grossi. Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici. Qualora ciò non sia possibile, il bordo della striscia già realizzata dovrà essere spalmato con emulsione bituminosa per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed esportazione della parte terminale di azzeramento. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm. e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Il trasporto degli impasti dovrà essere effettuato con autocarri a cassone metallico a perfetta tenuta, pulito e, nella stagione o in climi freddi, coperto con idonei sistemi per ridurre al massimo il raffreddamento dell'impasto. La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; 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 metallici a rapida inversione di marcia, possibilmente integrati da un rullo semovente a ruote gommate e/o rulli misti (metallici e gommati). Il tipo, il peso ed il numero di rulli, proposti dall'Impresa in relazione al sistema ed alla capacità di stesa ed allo spessore dello strato da costipare, dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori. In ogni caso al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al prescritto addensamento in riferimento alla densità di quella Marshall delle prove a disposizione per lo stesso periodo, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione di stesa 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. Nelle curve sopraelevate il costipamento andrà sempre eseguito iniziando sulla parte bassa e terminando su quella alta. Allo scopo di impedire la formazione di impronte permanenti, si dovrà assolutamente evitare che i rulli vengano arrestati sullo strato caldo. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 ml., posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente. Saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di ± 10 mm.; il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

20.3 - Strati di collegamento (b+nder) e di usura in conglomerato bituminoso tradizionale: 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 (b+nder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione dei Lavori. Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, della sabbia, degli additivi per costruzioni stradali" del C.N.R., fascicolo IV/1953), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

I conglomerati durante la loro stesa non devono presentare nella loro miscela alcun tipo di elementi litoidi, anche isolati, di caratteristiche fragili o non conformi alle prescrizioni del presente capitolato, in caso contrario a sua discrezione la Direzione dei Lavori accetterà il materiale o provvederà ad ordinare all'Impresa il rifacimento degli strati non ritenuti idonei. Tutto l'aggregato grosso (frazione > 4 mm), dovrà essere costituito da materiale frantumato. Per le sabbie si può tollerare l'impiego di un 10% di sabbia tondeggiante.

a) **Materiali inerti**

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo IV/1953. Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo IV delle Norme C.N.R. 1953, con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme B.U. C.N.R. n. 34 (28 marzo 1973) anziché col metodo DEVAL.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): 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.

Miscela inerti per strati di collegamento:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte IV cat.: Los Angeles <25% - coeff. di frantumazione < 140;
- tutto il materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee;
- dimensione massima dei granuli non superiore a 2/3 dello spessore dello strato e in ogni caso non superiore a 30 mm.;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 80/80, non superiore al 30% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;

- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 95/84, non superiore al 20%;
- 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%.

Miscela inerti per strati di usura:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma C.N.R. B.U. n. 104/84, non superiore all'1%;
- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96 ovvero inerte I^a cat.: Los Angeles <20% - coeff. di frantumazione <120;
- se indicato nell'elenco voci della lavorazione che si vuole almeno un 30% in peso del materiale della intera miscela, questo deve provenire da frantumazione di rocce di origine vulcanica magmatica eruttiva (ovvero del tipo basaltici o porfidi) che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm², nonché resistenza alla usura minima 0,6; nel caso in cui tale percentuale risultasse superiore al valore del 30%, la parte eccedente non verrà ricompensata all'Impresa, ma si intenderà come necessaria affinché la miscela totale raggiunga i valori minimi prescritti dalla perdita in peso alla prova Los Angeles;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo 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%.

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.

Aggregato fino (frazione compresa tra 0,075 e 4 mm.): 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. fascicolo IV/1953 ed in particolare:

Miscela inerti per strati di collegamento:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 40%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 50%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso.

Miscela inerti per strati di usura:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee non inferiore al 50%;
- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, non inferiore al 60%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo IV/1953 con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura 2 - 5 mm necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Additivo minerale (filler): 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.

b) Legante bituminoso: Il bitume per gli strati di collegamento e di usura dovrà essere di penetrazione 60÷70 salvo diverso avviso, dato per iscritto, dalla Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati per il conglomerato bituminoso di base.

c) Miscela:

1 - Strato di collegamento (b+nder): 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.	Miscela passante:% totale in peso
Crivello 25	100
Crivello 15	65 ÷ 100
Crivello 10	50 ÷ 80
Crivello 5	30 ÷ 60
Setaccio 2	20 ÷ 45
Setaccio 0,42	7 ÷ 25
Setaccio 0,18	5 ÷ 15
Setaccio 0,075	4 ÷ 8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati; esso dovrà comunque essere determinato come quello necessario e sufficiente per ottimizzare - secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali - le caratteristiche di impasto di seguito precisate:

- la stabilità Marshall eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere in ogni caso superiore a 250;
- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3÷7%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

Riguardo i provini per le misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo "b+nder", valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base. Le carote o i tasselli indisturbati di impasto bituminoso prelevati dallo strato steso in opera, a rullatura ultimata, dovranno infine presentare in particolare le seguenti caratteristiche:

- la densità (peso in volume) - determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 - non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nello strato di collegamento, nel caso questo debba restare sottoposto direttamente al traffico per un certo periodo prima che venga steso il manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15°C, non inferiore a 55 BPN "British Portable

Tester Number"; qualora lo strato di collegamento non sia stato ancora ricoperto con il manto di usura, dopo un anno dall'apertura al traffico la resistenza di attrito radente dovrà risultare non inferiore a 45 BPN;

- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,45 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderwa+ Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,55.

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

2 - **Strato di usura**: La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

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

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

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

- 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 '73) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 100 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg. e lo scorrimento misurato in mm., dovrà essere in ogni caso superiore a 300;
- la percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%;
- la prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato.

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

- la densità (peso in volume) - determinata secondo la norma C.N.R. B.U. n. 40/73 - non dovrà essere inferiore al 97% della densità dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui - determinato secondo la norma C.N.R. B.U. n. 39/73 - dovrà comunque risultare compreso fra il 4% e il 8% in volume. Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra il 3% ed il 6% e l'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.

La superficie finita dell'impasto bituminoso messo in opera nel manto di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma C.N.R. B.U. n. 105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15°C;
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (siderwa+ Force Coefficiente Investigation Machine), secondo la norma C.N.R. B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,60.

Le misure di BPN, e CAT dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 90° giorno dall'apertura al traffico. 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 o nella stesa ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. La stessa Impresa dovrà a sue spese provvedere a dotarsi delle attrezzature necessarie per confezionare i provini Marshall. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm., lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

d) **Controllo dei requisiti di accettazione**

Strato di collegamento (b+nder): Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

Strato di usura: Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base. Inoltre indicati con :

M : il valore della stabilità Marshall, espressa in Kg.;

Iv: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata, espresso in percentuale;

LA: perdita in peso alla prova Los Angeles relativa all'aggregato grosso, espresso in percentuale;

i lavori eseguiti non saranno ritenuti accettabili qualora si verifichi anche una sola delle disuguaglianze sotto indicate:

M < 800 Kg	Iv > 14 %	LA > 23 %
----------------------	---------------------	---------------------

Nel caso in cui i risultati delle prove fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori presso laboratori ufficiali di fiducia dell'Amministrazione appaltante, sui campioni prelevati in contraddittorio, fornissero dei valori intermedi tra quelli prescritti dal presente Capitolato e quelli rappresentanti i limiti di accettabilità sopra indicati, si procederà ad una detrazione percentuale sull'importo dei lavori, che risulti dai registri contabili o in sede di emissione del conto finale.

e) **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.

f) **Attivanti l'adesione**: Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati potranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione del bitume aggregato ("dopes" di adesività); esse saranno impiegate negli strati di base e di collegamento, mentre per quello di usura lo saranno ad esclusivo giudizio della Direzione dei Lavori:

1) quando la zona di impiego del conglomerato, in relazione alla sua posizione geografica rispetto agli impianti più prossimi, è tanto distante dal luogo di produzione del conglomerato stesso da non assicurare, in relazione al tempo di trasporto del materiale, la temperatura di 130°C richiesta all'atto della stesa;

2) quando anche a seguito di situazioni meteorologiche avverse, la stesa dei conglomerati bituminosi non sia procrastinabile in relazione alle esigenze del traffico e della sicurezza della circolazione.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni di impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% rispetto al peso del bitume. I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benessere della Direzione dei Lavori.

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

20.4 - Manti sottili eseguiti mediante conglomerati bituminosi chiusi: Per strade a traffico molto intenso, nelle quali si vuole costituire un manto resistente e scarsa usura e ove si disponga di aggregati di particolare qualità si potrà ricorrere a calcestruzzi bituminosi formati con elevate percentuali di aggregato grosso, sabbia additivo, bitume. Gli aggregati grossi dovranno essere duri, tenaci, non fragili, provenienti da rocce preferibilmente endogene, ed a fine tessitura; debbono essere non gelivi o facilmente alterabili, nè frantumabili facilmente sotto il rullo o per effetto del traffico; debbono sopportare bene il riscaldamento occorrente per l'impasto; la loro dimensione massima non deve superare i $\frac{2}{3}$ dello spessore del manto finito. Di norma l'aggregato grosso sarà costituito da pietrisco o graniglia ottenuti per frantumazione da rocce aventi resistenza minima alla compressione di 1250 Kg/cm² nella direzione del piano di cava ed in quella normale, coefficiente di Dèval non inferiore a 12, assai puliti e tali da non perdere per decantazione in acqua più dell'uno per cento in peso; se previsto nell'elenco prezzi si dovrà usare un inerte proveniente dalla frantumazione di rocce basaltiche. I singoli pezzi saranno per quanto possibile poliedrici e la pezzatura dell'aggregato grosso sarà da 3 a 15 mm. con granulometria da 10 a 15 mm. dal 15 al 20%, da 5 a 10 mm. dal 20 al 35%, da 3 a 5 mm. dal 10 al 25%. L'aggregato fino sarà costituito da sabbia granulare preferibilmente proveniente dalla frantumazione del materiale precedente, sarà esente da polvere di argilla e da qualsiasi sostanza estranea e sarà interamente passata per lo staccio di 2 mm. (n. 10 della serie A.S.T.M.): la sua perdita di peso per decantazione non dovrà superare il 2%; la granulometria dell'aggregato fine sarà in peso:

- dal 10 al 40% fra 2,000 mm. e 0,420 mm. (setacci n. 10 e n. 40 sabbia grossa)
- dal 30 al 55% fra 0,420 mm. e 0,297 mm. (setacci n. 40 e n. 80 sabbia media)
- dal 16 al 45% fra 0,297 mm. e 0,074 mm. (setacci n. 80 e n. 200 sabbia fine)

L'additivo minerale (filler) da usare potrà essere costituito da polvere di asfalto passante per intero al setaccio n. 80 (0,297 mm.) e per il 90% dal setaccio n. 200 (0,074 mm.) ed in ogni caso da polveri di materiali non idrofili. I vuoti risultanti nell'aggregato totale adottato per l'impasto dopo l'aggiunta dell'additivo non

dovranno eccedere il 20-22% del volume totale. Il bitume da usarsi dovrà presentare all'atto dell'impasto (prelevato cioè dall'immissione nel mescolare), penetrazione da 80 a 100 ed anche fino a 120, onde evitare una eccessiva rigidità non compatibile con lo scarso spessore del manto; l'impasto dovrà corrispondere ad una composizione ottenuta entro i seguenti limiti:

- aggregato grosso delle granulometrie assortite indicate, dal 40 al 60%;
- aggregato fine delle granulometrie assortite indicate, dal 25 al 40%;
- additivo, dal 4 al 10%;
- bitume, dal 5 all'8%.

Nei limiti sopraindicati la formula della composizione degli impasti da adottare sarà proposta dall'Impresa e dovrà essere preventivamente approvata dalla Direzione dei Lavori. Su essa saranno consentite variazioni non superiori allo 0,5% in più o in meno per il bitume all'1,5% in più o in meno per gli additivi al 5% delle singole frazioni degli aggregati in più o in meno, purché si rimanga nei limiti della ricetta dell'impasto sopra indicato. Particolari calcestruzzi bituminosi a masse chiuse e a granulometria continua potranno eseguirsi con sabbie e polveri di frantumazione per rivestimenti di massicciate di nuova costruzione o riprofilatura di vecchie massicciate, per ottenere manti sottili di usura e d'impermeabilizzazione antiscivolo. Le sabbie da usarsi potranno essere sabbie naturali di mare o di fiume o di cava o provenire da frantumazione purché assolutamente scevre di argilla e di materie organiche ed essere talmente resistenti da non frantumarsi durante la cilindratura: dette sabbie includeranno una parte di aggregato grosso, ed avranno dimensioni massime da 9,52 mm. A 0,074 mm. con una percentuale di aggregati del 100% di passante al vaglio di 9,52 mm.; dell'84% di passante al vaglio di 4,6 mm.; dal 50 al 100% di passante dal setaccio da 2 mm.; dal 36% all'83% di passante dal setaccio di 1,19 mm.; dal 16 al 58% di passante dal setaccio di 0,42 mm.; dal 6 al 32% di passante dal setaccio 0,177 mm.; dal 4 al 14% di passante dal setaccio da 0,074 mm. Come legante potrà usarsi o un bitume puro con penetrazione da 40 a 200 od un "cut- back medium curring" di viscosità 400÷500 l'uno o l'altro sempre attirato in ragione del 6 o 7,5% del peso degli aggregati secchi: dovrà aversi una compattezza del miscuglio di almeno l'85%; gli aggregati dovranno essere scaldati ad una temperatura non superiore a 120°C ed il legante del secondo tipo da 130°C a 110°C. Dovrà essere possibile realizzare manti sottili che, nel caso di rivestimenti, aderiscano fortemente a preesistenti trattamenti senza necessità di strati interposti: e alla prova Hobbard Field si dovrà avere una resistenza dopo 24 ore di 45 Kg/cm². Per l'esecuzione di comuni calcestruzzi bituminosi a massa chiusa da impiegare a caldo, gli aggregati minerali saranno essiccati e riscaldati in adatto essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore e collegato ad alimentatore meccanico. Mentre l'aggregato caldo dovrà essere riscaldato a temperatura fra i 130°C e i 170°C, il bitume sarà riscaldato tra 160°C e 180°C in adatte caldaie suscettibili di controllo mediante idonei termometri registratori. L'aggregato caldo dovrà essere riclassificato in almeno tre assortimenti e raccolto, prima di essere immesso nella tramoggia di pesatura, in tre silii separati, uno per l'aggregato fine e due per quello grosso. Per la formazione delle miscele dovrà usarsi una impastatrice meccanica di tipo adatto, tale da formare impasti del peso singolo non inferiore a 200 Kg. ed idonea a consentire la dosatura a peso di tutti i componenti ed assicurare la perfetta regolarità ed uniformità degli impasti. Per i conglomerati da stendere a freddo saranno adottati gli stessi apparecchi avvertendo che il legante sarà riscaldato ad una temperatura compresa fra i 90°C ed i 110°C e l'aggregato sarà riscaldato in modo che all'atto dell'immissione nella mescolatrice abbia una temperatura compresa tra i 50°C e 80°C. Per tali conglomerati è inoltre consentito all'Impresa di proporre apposita ricetta nella quale l'aggregato fine venga sostituito in tutto od in parte da polvere di asfalto da aggiungersi fredda; in tal caso la percentuale di bitume da miscelare nell'impasto dovrà essere di conseguenza ridotta. Pur rimanendo la responsabilità della riuscita a totale carico dell'Impresa, la composizione variata dovrà sempre essere approvata dalla Direzione dei Lavori. Per la posa in opera, previa energica spazzatura e pulitura della superficie stradale, e dopo avere eventualmente conguagliato la massicciata con pietrisco bitumato, se trattasi di massicciata nuda si procederà alla spalmatura della superficie stradale con un Kg. di emulsione bituminosa per mq. ed al successivo stendimento dell'impasto in quantità idonea a determinare lo spessore prescritto: comunque mai inferiore a 66 Kg/m² per manti di tre centimetri ed a 44 Kg/m² per manti di due centimetri. La stesa dovrà essere eseguita mediante idonee finitrici meccaniche; tali finitrici dovranno essere semoventi, munite di un sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale capace di assicurare il mantenimento dell'uniformità degli impasti ed un grado uniforme di assestamento in ogni punto dello strato deposto. Le stesse dovranno consentire la stesa di strati dello spessore stabilito, di livellette e profili perfettamente regolari, compensando eventualmente le irregolarità del fondo. Per lo stendimento manuale, se previsto in progetto oppure ordinato dalla Direzione dei Lavori, si adopereranno rastrelli metallici e si useranno guide di legno e sagome per l'esatta configurazione e rettifica del piano viabile. Si procederà poi alla cilindratura, iniziandola dai bordi della strada e procedendo verso la mezziera, usando rullo a rapida inversione di marcia, del peso da 4-6 tonnellate, con ruote tenute umide con spruzzi di acqua, qualora il materiale aderisca ad esse. La cilindratura, dopo il primo assestamento, onde assicurare la regolarità, sarà condotta anche in senso obliquo alla strada (e, quando si possa, altresì, trasversalmente): essa sarà continuata sino ad ottenere il massimo costipamento. Al termine delle opere di cilindratura, per assicurare la chiusura del manto bituminoso, in attesa del costipamento definitivo prodotto dal traffico potrà prescriversi una spalmatura di 0,7 Kg/m² di bitume a caldo eseguita a spruzzo, ricoprendola poi di graniglia analoga a quella usata per il calcestruzzo ed effettuando un'ultima passata di compressore. E' tassativamente prescritto che non dovranno aversi ondulazioni del manto; questo sarà rifiutato se, a cilindratura ultimata, la strada presenterà depressioni maggiori di 3 mm. al controllo effettuato con aste lunghe 3 ml. nel senso parallelo all'asse stradale e con la sagoma nel senso

normale. Lo spessore del manto sarà fissato nell'elenco prezzi: comunque esso non sarà mai inferiore, per il solo calcestruzzo bituminoso compresso, a 20 mm. ad opera finita; il suo spessore sarà relativo allo stato della massicciata ed al preesistente trattamento protetto da essa; la percentuale dei vuoti del manto non dovrà risultare superiore al 15%; dopo sei mesi dall'apertura al traffico tale percentuale dovrà ridursi ad essere non superiore al 5%. Inoltre il tenore di bitume non dovrà differire, in ogni tassello che possa prelevare, da quello prescritto di più dell'1% e la granulometria dovrà risultare corrispondente a quella indicata con le opportune tolleranze. A garanzia dell'esecuzione l'Impresa assumerà la gratuita manutenzione dell'opera per un triennio. Al termine del primo anno lo spessore del manto non dovrà essere diminuito di oltre un millimetro, al termine del triennio di oltre quattro millimetri.

20.5 - Splittmastix asphalt (usura antisdrucchiolo SMA): Il conglomerato bituminoso di usura antisdrucchiolo SMA è costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, frantumati, sabbie di sola frantumazione e additivo (filler), impastato a caldo in appositi impianti con bitume modificato e talvolta con aggiunta di fibre organiche o minerali; questo conglomerato deve essere chiuso e totalmente impermeabile agli strati sottostanti. E' composto da una curva abbastanza discontinua in cui i vuoti vengono riempiti da un mastice di bitume modificato, filler e fibre organiche come la cellulosa, che gli conferiscono elevate proprietà meccaniche, una forte resistenza all'invecchiamento e un aspetto superficiale molto rugoso.

Esso è studiato per essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- migliorare l'aderenza in condizioni di asciutto e in caso di pioggia;
- impermeabilizzare e proteggere completamente lo strato o la struttura sottostante;
- attenuare il rumore di rotolamento dei pneumatici.

a) **Materiali inerti:** Gli inerti impiegati nella confezione dell'asfalto antisdrucchiolo SMA dovranno essere costituiti da elementi sani, duri di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei e soddisfare le prescrizioni emanate dal CNR-BU n. 139/1992.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischi, pietrischetti e graniglie che potranno essere di provenienza o natura diversa anche se preferibilmente basaltica, aventi forma poliedrica a spigoli vivi, che soddisfino i seguenti requisiti:

- quantità di frantumato = 100%
- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n. 34/1973) < 20%
- coefficiente di levigabilità accelerata CLA (CNR-BU n. 140/1992) > 0,45
- coefficiente di forma "Cf" (CNR-BU n. 95/1984) < 3
- coefficiente di appiattimento "Ca" (CNR-BU n. 95/1984) < 1,58
- sensibilità al gelo (CNR-BU n. 80/1980) < 20 %
- spogliamento in acqua a 40°C (CNR-BU n. 138/1992) = 0%

Aggregato fino (frazione < 4 mm): L'aggregato fino, sarà costituito da sabbie ricavate esclusivamente per frantumazione da rocce e da elementi litoidi di fiume con le seguenti caratteristiche:

- perdita in peso Los Angeles LA (CNR-BU n. 34/1973 - prova C) < 25 %
- equivalente in sabbia ES (CNR-BU n. 27/1972) > 70%

Filler (additivo minerale): Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

- alla prova CNR-BU n. 23/1971 dovranno risultare compresi nei seguenti minimi:

Setaccio UNI - numero	Passante in peso a secco (%)
0.42	100
0.18	95
0.075	90

- più del 60% della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio n. 0.075 deve passare a tale setaccio anche a secco.
- nella composizione della curva granulometrica dell'asfalto dovrà essere comunque presente il 2% in peso di filler costituito da calce idrata, calcolata sul peso totale degli aggregati componenti il conglomerato bituminoso.

b) **Miscela:** La miscela degli aggregati e della sabbia dovrà essere composta in modo da rientrare interamente nei seguenti limiti granulometrici del seguente fuso:

Serie A.S.T.M.: numero setaccio	Apertura maglie (mm)	Miscela passante: % totale in peso
3/4"	19.50	100
1/2"	12.5	95 ÷ 100
3/8"	9.50	65 ÷ 95
1/4"	6.25	40 ÷ 60
N° 4	4.75	30 ÷ 50
N° 10	2.00	20 ÷ 30
N° 40	0.42	12 ÷ 22
N° 80	0.18	9 ÷ 19
N° 200	0.075	8 ÷ 13

c) **Legante:** Il legante bituminoso idoneo per il confezionamento di conglomerati di usura antisdrucchiolo SMA, sarà bitume modificato scelto tra quelli previsti dall'art. "Provenienza e qualità dei materiali", ovvero si utilizzerà un bitume 50/70-65. Il tenore del bitume, sarà compreso tra il 5,5% e il 7,5% sul peso degli inerti in relazione alla granulometria adottata ad alla natura degli aggregati lapidei e dell'additivo minerale; tale dosaggio dovrà risultare dallo studio preliminare di laboratorio e deve comunque essere quello necessario e sufficiente per ottimizzare le caratteristiche del conglomerato bituminoso.

d) **Rapporto filler/bitume:** Il rapporto filler/bitume dovrà mantenersi tra 1,1 e 1,7.

e) **Spessore minimo:** Lo spessore minimo del tappeto d'usura antisdrucchiolo SMA, dovrà essere almeno pari a 3-4 cm.

f) **Requisiti minimi del conglomerato:** Il conglomerato per usura antisdrucchiolo SMA dovrà avere i requisiti minimi proposti come di seguito:

Requisiti del conglomerato per usura antisdrucchiolo (SMA)	Unità di misura	Valori	Norme di riferimento
Stabilità Marshall a 60°C (75 colpi/faccia)	Kg.	≥ 1000	CNR-BU n. 30/73
Rigidezza Marshall	Kg/mm.	≥ 350	CNR-BU n. 30/73
Massa vol. delle carote indist. (provini Marshall)	%	≥ 97	CNR-BU n.40/73
Percentuale dei vuoti residui	%	2÷4	CNR-BU n.39/73
Resistenza a trazione indiretta a 25 °C	Kg/cm2	≥ 6	CNR-BU n.134/91
Coefficiente di aderenza trasversale (15 - 90 gg)	CAT	≥ 0.60	CNR-BU n.147/92
Macrorugosità superficiale (15 - 180 gg)	HS	≥ 0.6	CNR-BU n.94/83
Impronta con punzone da mm2 500	mm.	≤ 2	CNR-BU n.13/91

20.6 - Strato di usura "Drenante 0-16" in conglomerato bituminoso aperto per spessori > 4cm : Lo strato di usura è costituito da un conglomerato bituminoso aperto, cioè da una miscela molto aperta e graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler"), impastata con bitume modificato a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con idonea macchina vibrofinitrice e compattata adeguatamente.

Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato; anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio.

a) Materiali inerti: I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere di origine effusiva-magmatica di tipo basaltico e porfirico, o da scorie di acciaieria, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie - tutti provenienti da frantumazione di rocce effusive-magmatiche di tipo basaltico o porfirico - che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistolose secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente;
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (LA), secondo la norma CNR B.U. n.34/73, < al 18%;
- coefficiente di levigatezza accelerata secondo norma CNR-BU 140-92, C.L.A. > 0.45;
- porosità dei granuli (p%), secondo la norma CNR B.U. n. 65/78, < a 1%;
- tutto il materiale sarà proveniente dalla frantumazione di rocce basaltiche o porfiriche o scorie acciaieria;
- la dimensione massima dei granuli non superiore a 2,5 volte lo spessore dello strato e in ogni caso < 16 mm.;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR B.U. n. 80/80, non superiore al 20% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- spoliatura in acqua a 40°C, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 4%; nel caso in cui la superficie spogliata risulti superiore al 4%, l'aggregato grosso potrà, a giudizio della Direzione dei Lavori, essere ugualmente accettato, purché, per la produzione della miscela bituminosa, venga fatto uso del dope di adesione e, in questo caso, l'aggregato grosso superi la prova;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma CNR B.U. n. 95/84, non superiore al 15%.

Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature si seguirà la norma CNR B.U. n.93/1983.

Aggregato fino (frazione < 4 mm): L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e sabbia frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee 100% in peso;
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore al 2%;
- equivalente in sabbia (ES), secondo la norma CNR B.U. n. 27/72, > 70%;

Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

Additivo minerale ("filler"): Il filler dovrà possedere le caratteristiche generali riportate e rispondere ai seguenti requisiti:

- spoliatura in acqua della roccia di origine, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 5%;
- tutto il materiale passante al setaccio da 0,18 mm, secondo la norma CNR B.U. n.23/71
- passante al setaccio da 0,075 mm, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non inferiore all'80% materiale non plastico, secondo la norma CNR-UNI 10014.

Per il prelievo dei campioni si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

b) Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose: In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovranno essere usati, a discrezione della Direzione dei Lavori, tipi di leganti aventi caratteristiche secondo le prescrizioni della

norma CNR vigente e secondo quanto previsto dalle tabelle di accettazione. Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire conformità a quanto prescritto dalla norma CNR - BU n. 81/80.

c) Miscela ottimale: La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi CNR B.U. n. 23/71, ad andamento discontinuo, compresa entro i seguenti limiti (vedi. anche il fuso granulometrico corrispondente) valido per uno spessore finito dello strato di usura > di 4 cm:

FUSO GRANULOMETRICO STRATO DI USURA DRENANTE 0-16

Setacci A.S.T.M	fori in mm.	Totale % passante in peso
3/4"	19	100
5/8"	16	90 - 100
1/2"	12.7	60 - 100
3/8"	9.5	20 - 70
1/4"	6.3	18 - 34
n. 4	4.75	16 - 30
n. 10	2.00	13 - 24
n. 40	0.42	8 - 16
n. 80	0.18	6 - 13
n. 200	0.075	5 - 10

Le cui caratteristiche fisico-meccaniche saranno:

- vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata, secondo il metodo di prova CNR B.U. n. 65/78, dovranno essere compresi fra 18% e 25% in volume;
- Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra 4,5% e 5,5% riferito al peso degli inerti e dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare - secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali - le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:
- elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti;
- la stabilità Marshall, secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, determinata su n°4 provini costipati a 150 °C con 75 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque > 600 Kg.;
- la resistenza a trazione indiretta (Rt) a 25°C, secondo la norma, CNR B.U. n. 134/91, dovrà essere > di 8 daN/cm2;
- addensamento e compattezza idonei; la "densità" (peso di volume) - determinata secondo la norma CNR B.U. n. 40/73 - dei provini Marshall preparati secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui - determinato secondo la norma CNR B.U. n. 39/73 - che dovrà essere compreso fra 15% e 18% in volume;
- elevata drenabilità cioè la capacità di far affluire le acque meteoriche secondo necessità e con limiti di permeabilità di evacuazione delle acque maggiore di 8 lt determinate con il metodo Belga;

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

- la "densità" (peso di volume) - determinata secondo succitata norma CNR - non dovrà essere inferiore al 97% della "densità" dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui - determinato anch'esso secondo la norma CNR - dovrà comunque risultare compreso fra 16% e 20% in volume.

La superficie finita del conglomerato bituminoso messo in opera dello strato di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma CNR B.U. n.105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:
 1. inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, non inferiore a 65 BPN;
 2. dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
 3. macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma CNR B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm.;
 4. coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderwa+ Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma CNR B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,5.

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

20.7 - Strato di usura "Drenante 0-12" in conglomerato bituminoso aperto per spessori 3-4cm.: Lo strato di usura è costituito da un conglomerato bituminoso aperto, cioè da una miscela molto aperta e graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler"), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con idonea macchina vibrofinitrice e compattata adeguatamente. Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato; anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio.

a) **Materiali inerti:** I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere di origine effusiva-magmatica di tipo basaltico e porfirico, o scorie di acciaieria, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie - tutti provenienti da frantumazione di rocce effusive-magmatiche di tipo basaltico o porfirico - che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente;
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (LA), secondo la norma CNR B.U. n.34/73, < al 18%;
- coefficiente di levigatezza accelerata secondo norma CNR-BU 140-92 C.L.A. > 0.45;
- porosità dei granuli (p%), secondo la norma CNR B.U. n. 65/78, < a 1%;
- tutto il materiale sarà proveniente dalla frantumazione di rocce basaltiche o porfiriche o scorie di acciaieria;
- la dimensione massima dei granuli non superiore a 2,5 volte lo spessore dello strato e in ogni caso < 12 mm.;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR B.U. n. 80/80, non superiore al 20% (in zone considerate soggette a gelo),
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- spoliatura in acqua a 40°C, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 5%; nel caso in cui la superficie spogliata risulti superiore al 5%, l'aggregato grosso potrà, a giudizio della Direzione dei Lavori, essere ugualmente accettato, purché, per la produzione della miscela bituminosa, venga fatto uso del dope di adesione e, in questo caso, l'aggregato grosso superi la prova;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma CNR B.U. n. 95/84, non superiore al 15%.

Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature si seguirà la norma CNR B.U. n.93/1983.

Aggregato fino (frazione < 4 mm): L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e sabbia frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee pari al 100% in peso;
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore al 2%;
- equivalente in sabbia (ES), secondo la norma CNR B.U. n. 27/72, > 70%.

Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

Additivo minerale ("filler"): Il filler dovrà possedere le caratteristiche generali riportate e rispondere ai seguenti requisiti:

- spoliatura in acqua della roccia di origine, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 5%;
- tutto il materiale passante al setaccio da 0,18 mm, secondo la norma CNR B.U. n.23/71
- passante al setaccio da 0,075 mm, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non inferiore all'80%;
- materiale non plastico, secondo la norma CNR - UNI 10014. Per il prelievo dei campioni si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

b) **Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose:** In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovranno essere usati, a discrezione della Direzione dei Lavori, tipi di leganti aventi caratteristiche secondo le prescrizioni della norma CNR vigente e secondo quanto previsto dalle tabelle di accettazione.

Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire conformità a quanto prescritto dalla norma CNR - BU n. 81/80

c) **Miscela ottimale:** La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi CNR B.U. n. 23/71, ad andamento discontinuo, compresa entro i seguenti limiti (vedi. anche il fuso granulometrico corrispondente) valido per uno spessore finito dello strato di usura > di 2.5 cm:

FUSO GRANULOMETRICO STRATO DI USURA DRENANTE 0-12

Setacci A.S.T.M	fori in mm.	Totale % passante in peso
1/2"	12.7	100
3/8"	9.5	85 - 100
1/4"	6.3	30 - 45
n. 4	4.75	15 - 25
n. 10	2.00	10 - 17
n. 40	0.42	7 - 12
n. 80	0.18	5 - 10
n. 200	0.075	5 - 8

Le cui caratteristiche fisico-meccaniche saranno:

- i vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata, secondo il metodo di prova CNR B.U. n. 65/78, dovranno essere compresi fra il 18% ed il 22% in volume.

Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra il 5% ed il 5,5% riferito al peso degli inerti e dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare - secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali - le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:

- elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti;
- la stabilità Marshall, secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, determinate su n.4 provini costipati a 150 °C con 75 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque > 600 Kg.;
- la resistenza a trazione indiretta (Rt) a 25°C, secondo la norma, CNR B.U. n. 134/91, dovrà essere > di 8 daN/cm²;
- addensamento e compattezza idonei; la "densità" (peso di volume) - determinata secondo la norma CNR B.U. n. 40/73 - dei provini Marshall preparati secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui - determinato secondo la norma CNR B.U. n. 39/73 - che dovrà essere compreso fra il 15% e 18% in volume;
- elevata drenabilità cioè la capacità di far affluire le acque meteoriche secondo necessità e con limiti di permeabilità di evacuazione delle acque maggiore di 8 lt. determinate con il metodo Belga.

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

- la "densità" (peso di volume) - determinata secondo succitata norma CNR - non dovrà essere inferiore al 97% della "densità" dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui - determinato anch'esso secondo la norma CNR - dovrà comunque risultare compreso fra il 14% e 18% in volume; La superficie finita del conglomerato bituminoso messo in opera dello strato di usura, dovrà presentare:
- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma CNR B.U. n.105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:
 1. inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, non inferiore a 65 BPN;
 2. dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
 3. macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma CNR B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm.;
 4. coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderwa+ Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma CNR B.U. n. 147/92, non inferiore a 0,6.

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

20.8 - Strato di usura "Drenante 0-12" in conglomerato bituminoso aperto per spessori 2 - 3cm.: Lo strato di usura è costituito da un conglomerato bituminoso aperto, cioè da una miscela aperta e graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler"), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con idonea macchina vibrofinitrice e compattata adeguatamente. Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato; anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio.

a) **Materiali inerti:** I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere di origine effusiva-magmatica di tipo basaltico e porfirico, o scorie di acciaieria, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie - tutti provenienti da frantumazione di rocce effusive-magmatiche di tipo basaltico o porfirico o scorie di acciaieria - che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente;
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (LA), secondo la norma CNR B.U. n.34/73, < al 18%;
- coefficiente di levigatezza accelerata secondo norma CNR-BU 140-92 C.L.A. > 0.45;
- porosità dei granuli (p%), secondo la norma CNR B.U. n. 65/78, < all'1%;
- tutto il materiale sarà proveniente dalla frantumazione di rocce basaltiche o porfiriche o scorie di acciaieria;
- la dimensione massima dei granuli non superiore a 2,5 volte lo spessore dello strato e in ogni caso < 12 mm.;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR B.U. n. 80/80, non superiore al 20% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- spoliatura in acqua a 40°C, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 4%; nel caso in cui la superficie spogliata risulti superiore al 4%, l'aggregato grosso potrà, a giudizio della Direzione dei Lavori, essere ugualmente accettato, purché, per la produzione della miscela bituminosa, venga fatto uso del dope di adesione e, in questo caso, l'aggregato grosso superi la prova;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma CNR B.U. n. 95/84, non superiore al 15%. Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature si seguirà la norma CNR B.U. n.93/1983.

Aggregato fino (frazione < 4 mm): L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e sabbia frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee pari al 100% in peso;
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore al 2%;
- equivalente in sabbia (ES), secondo la norma CNR B.U. n. 27/72 > 70%.

Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983. Additivo minerale ("filler"): Il filler dovrà possedere le caratteristiche generali riportate.

b) **Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose:** In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovranno essere usati, a discrezione della Direzione dei Lavori, tipi di leganti aventi caratteristiche secondo le prescrizioni della norma CNR vigente e secondo quanto previsto dalle tabelle di accettazione. Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire conformità a quanto prescritto dalla norma CNR - BU n. 81/80.

c) **Miscela ottimale:** La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi CNR B.U. n. 23/71, ad andamento discontinuo, compresa entro i seguenti limiti (vedi. anche il fuso granulometrico corrispondente) valido per uno spessore finito dello strato di usura maggiori di 2.5 cm.:

FUSO GRANULOMETRICO STRATO DI USURA DRENANTE 0-12

Setacci A.S.T.M	fori in mm	Totale % passante in peso
1/2"	12.7	100
3/8"	9.5	30 - 100
1/4"	6.3	26 - 40
n. 4	4.75	23 - 38
n. 10	2.00	15 - 28
n. 40	0.42	10 - 17
n. 80	0.18	8 - 14
n. 200	0.075	6 - 12

Le cui caratteristiche fisiche-meccaniche saranno:

- i vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata, secondo il metodo di prova CNR B.U. n. 65/78, dovranno essere compresi fra 14% e 18% in volume.

Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra il 5% e 5,5% riferito al peso degli inerti e dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare - secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali - le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:

- elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti;
- la stabilità Marshall, secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, determinate su n. 4 provini costipati a 150 °C con 75 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque > 600 Kg.;
- la resistenza a trazione indiretta (Rt) a 25°C, secondo la norma, CNR B.U. n. 134/91, dovrà essere > di 8 daN/cm²;
- addensamento e compattezza idonei; la "densità" (peso di volume) - determinata secondo la norma CNR B.U. n. 40/73 - dei provini Marshall preparati secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui - determinato secondo la norma CNR B.U. n. 39/73 - che dovrà essere compreso fra il 13% e 16% in volume;
- elevata drenabilità cioè la capacità di far affluire le acque meteoriche secondo necessità e con limiti di permeabilità di evacuazione delle acque maggiore di 6 lt., determinate con il metodo Belga.

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

- la "densità" (peso di volume) - determinata secondo succitata norma CNR - non dovrà essere inferiore al 97% della "densità" dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui - determinato anch'esso secondo la norma CNR - dovrà comunque risultare compreso fra il 14% e 18% in volume.

La superficie finita del conglomerato bituminoso messo in opera dello strato di usura, dovrà presentare:

La superficie finita del conglomerato bituminoso messo in opera dello strato di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma CNR B.U. n.105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C:
 1. inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, non inferiore a 65 BPN;
 2. dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
 3. macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma CNR B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm.;
 4. coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderwa+ Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma CNR B.U. n. 147/92, maggiore di 0,6.

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

20.9 - Strato di usura "Antiskid 0-12" in conglomerato bituminoso semiaperto: Lo scopo è quello di ottenere una pavimentazione per strato di usura semidrenante con elevata rugosità e coefficiente di aderenza trasversale. Lo strato di usura è costituito da un conglomerato bituminoso aperto, cioè da una miscela semiaperta e graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler"), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con idonea macchina vibrofinitrice e compattata adeguatamente. Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato: anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio.

a) **Materiali inerti:** I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere di origine effusiva - magmatica di tipo basaltico e porfirico, o scorie di acciaieria, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie provenienti da frantumazione di rocce effusive-magmatiche di tipo basaltico o porfirico o scorie di acciaieria, che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (LA), secondo la norma CNR B.U. n.34/73, < al 18%*
- coefficiente di levigatezza accelerata secondo norma CNR-BU 140-92 C.L.A. > 0.45*

* Nei casi in cui una delle due caratteristiche non corrispondano alle specifiche richieste il materiale deve rientrare nella presente specifica:

- per Los Angeles <20% CLA > 0.40
- per Los Angeles da >20 e < 22% CLA > 0.45
- per Los Angeles da > 22 e <24 % CLA > 0.50
- porosità dei granuli (p%), secondo la norma CNR B.U. n. 65/78, minore a 1%
- la dimensione massima dei granuli non superiore a 2,5 volte lo spessore dello strato e in ogni caso minore di 12 mm.;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR B.U. n. 80/80, non superiore al 20% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- spolazione in acqua a 40°C, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 4%; nel caso in cui la superficie spogliata risulti superiore al 4%, l'aggregato grosso potrà, a giudizio della Direzione dei Lavori, essere ugualmente accettato, purché, per la produzione della miscela bituminosa, venga fatto uso del dope di adesione e, in questo caso, l'aggregato grosso superi la prova.
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma CNR B.U. n. 95/84, non superiore al 15%

Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature si seguirà la norma CNR B.U. n.93/1983.

Aggregato fino (frazione < 4 mm.): L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e sabbia frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee pari al 100% in peso;
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore al 2%;
- equivalente in sabbia (ES), secondo la norma CNR B.U. n. 27/72 > 70%. Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/83.

b) **Additivo minerale ("filler"):** Il filler dovrà possedere le caratteristiche generali e rispondere ai seguenti requisiti:

- spolazione in acqua della roccia di origine, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 5%;
- tutto il materiale passante al setaccio da 0,18 mm., secondo la norma CNR B.U. n.23/71;
- passante al setaccio da 0,075 mm., secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non inferiore all'80% materiale non plastico, secondo la norma CNR - UNI 10014;

Per il prelievo dei campioni si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/83.

c) **Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose:** In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovranno essere usati, a discrezione della Direzione dei Lavori, tipi di leganti aventi caratteristiche secondo quanto previsto nei punti specifici del presente capitolato e le prescrizioni della norma CNR vigente. Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire conformità a quanto prescritto dalla norma CNR - BU n. 81/80.

d) **Miscela ottimale:** La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi CNR B.U. n. 23/71, ad andamento discontinuo, compresa entro i seguenti limiti (vedi. anche il fuso granulometrico corrispondente) valido per uno spessore finito dello strato di usura maggiore di 2,5 cm.:

FUSO GRANULOMETRICO STRATO DI USURA ANTISKID 0-12

Setacci A.S.T.M	fori in mm.	Totale % passante in peso
1/2"	12.7	100
3/8"	9.5	30 - 100
1/4"	6.3	26 - 40
n. 4	4.75	23 - 38
n. 10	2.00	15 - 28
n. 40	0.42	10 - 17
n. 80	0.18	8 - 14
n. 200	0.075	6 - 12

Le cui caratteristiche fisiche-meccaniche saranno:

- I vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata, secondo il metodo di prova CNR B.U. n. 65/78, dovranno essere compresi fra 14% e 18% in volume.
- Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra il 5% e 5,5% riferito al peso degli inerti e dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare - secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali - le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:
- elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti;
- la stabilità Marshall, secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, determinate su n. 4 provini costipati a 150 °C con 75 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque > 600 Kg.;
- la resistenza a trazione indiretta (Rt) a 25°C, secondo la norma, CNR B.U. n. 134/91, dovrà essere > di 8 daN/cm2;
- addensamento e compattezza idonei; la "densità" (peso di volume) - determinata secondo la norma CNR B.U. n. 40/73 - dei provini Marshall preparati secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui - determinato secondo la norma CNR B.U. n. 39/73 - che dovrà essere compreso fra 13% e 16% in volume;
- buona drenabilità cioè la capacità di far affluire le acque meteoriche secondo necessità e con limiti di permeabilità di evacuazione delle acque > di 6 lt. determinate con il metodo Belga.

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

- la "densità" (peso di volume) - determinata secondo succitata norma CNR - non dovrà essere inferiore al 97% della "densità" dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui - determinato anch'esso secondo la norma CNR - dovrà comunque risultare compreso fra 13% e 16% in volume.

La superficie finita del conglomerato bituminoso messo in opera dello strato di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma CNR B.U. n.105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C;
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma CNR B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm.;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderwa+ Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma CNR B.U. n. 147/92, maggiore di 0,60.

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

20.10 - Strato di usura "Drenante Fonoassorbente" per strati di usura in conglomerato bituminoso aperto: Lo strato di usura è costituito da un conglomerato bituminoso aperto, cioè da una miscela molto aperta e graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler"), impastata con bitume modificato a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con idonea macchina vibrofinitrice e compattata adeguatamente. Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato; anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio.

a) **Materiali inerti:** I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere di origine effusiva-magmatica di tipo basaltico e porfirico, o da scorie di acciaieria, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm): L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie - tutti provenienti da frantumazione di rocce effusive-magmatiche di tipo basaltico o porfirico - che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, esente;
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (LA), secondo la norma CNR B.U. n.34/73, minore al 18%;
- coefficiente di levigazione accelerata secondo norma CNR-BU 140-92 C.L.A. maggiore di 0.45;
- porosità dei granuli (p%), secondo la norma CNR B.U. n. 65/78, minore all'1%

Tutto il materiale sarà proveniente dalla frantumazione di rocce basaltiche, porfiriche, dioriti o scorie acciaieria; la dimensione massima dei granuli non superiore a quanto previsto per i tre tipi di fusi granulometrici:

- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR B.U. n. 80/80, non superiore al 20% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma CNR B.U. n. 95/84, non superiore al 15% Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature si seguirà la norma CNR B.U. n.93/1983.

Aggregato fino (frazione < 4 mm): L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e sabbia frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee pari al 100% in peso;
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore al 2%;
- equivalente in sabbia (ES), secondo la norma CNR B.U. n. 27/72, maggiore del 70%; Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

b) **Additivo minerale ("filler"):** Il "filler" dovrà possedere le caratteristiche generali e rispondere ai seguenti requisiti:

- spoliatura in acqua della roccia di origine, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 5%;
- tutto il materiale passante al setaccio da 0,18 mm, secondo la norma CNR B.U. n.23/71;

- passante al setaccio da 0,075 mm, secondo la norma CNR B.U. n.° 75/80, non inferiore all'80% materiale non plastico, secondo la norma CNR – UNI 10014;

Per il prelievo dei campioni si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

c) **Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose:** In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovranno essere usati, a discrezione della Direzione dei Lavori, tipi di leganti aventi caratteristiche secondo quanto previsto nei punti specifici del presente capitolato e le prescrizioni della norma CNR vigente. Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire conformità a quanto prescritto dalla norma CNR - BU n. 81/80.

d) **Miscela ottimale:** La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi CNR B.U. n. 23/71, ad andamento discontinuo, compresa entro i seguenti limiti dei fusi granulometrici corrispondenti, valido per uno spessore finito dello strato di usura maggiore di 4 cm:

- Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati.
- Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima	: 12 lt/min	miscela "granulone"	(fuso A)
- drenabilità elevata	: 10 lt/min	miscela "intermedio"	(fuso B)
- drenabilità buona	: 8 lt/min	miscela "monogranulare"	(fuso C)

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm. prelevate in sito. Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato. In questo caso il coefficiente di fonoassorbenza "0" in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbenza (0)
400 - 630	0 > 0,15
800 - 1600	0 > 0,30
2000 - 2500	0 > 0,15

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 300, i valori di 0 dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbenza (0)
400 - 630	0 > 0,25
800 - 1600	0 > 0,50
2000 - 2500	0 > 0,25

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 60°C K su provini costipati a 150°C con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso "A" e 600 kg per quelli con Fusi "C" e "B".

Il valore del modulo di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso "A" ed a 250 per i Fusi "B" e "C"; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di seguito indicati:

miscela "granulone"	(fuso A)	16% - 20%
miscela "intermedio"	(fuso B)	14% - 18%
miscela "monogranulare"	(fuso C)	12% - 14%

I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. Inoltre la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 - 1984). I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	10 °C	25 °C	40 °C
Resistenza a trazione indiretta (N/mm2)	0,70 ÷ 1,10	0,25 ÷ 0,42	0,12 ÷ 0,20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm2)	≥ 55	≥ 22	≥ 12

e) **Confezione e posa in opera del conglomerato:** La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 140 e 150°C. Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, 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 (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 10 cm. prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$$Kv = 15 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).}$$

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm2 o col metodo del permeametro "Belga" per 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 10 dm3/min. per la miscela del fuso "B" e maggiore di 8 dm3/min. per il fuso "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 0,6 e 2,0 kg/m2, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di filler, sabbia o graniglia prebitumata; dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

La superficie finita del conglomerato bituminoso messo in opera dello strato di usura, dovrà presentare:

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

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

20.11 - Strato unico "Multifunzionale 0-20" in conglomerato bituminoso chiuso (ad uso binder o usura): Lo strato multifunzionale di usura è costituito da un conglomerato bituminoso chiuso, cioè da una miscela chiusa molto ben graduata di pietrischetti, graniglie, sabbie e additivo minerale ("filler"), impastata con bitume a caldo, previo riscaldamento ed essiccazione degli aggregati, stesa in opera con idonea macchina vibrofinitrice e compattata adeguatamente. Tutto l'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere costituito da materiale frantumato; anche l'aggregato fino (sabbia) dovrà essere costituito da materiale di frantoio.

a) Materiali inerti: I pietrischetti, le graniglie e le sabbie dovranno essere di origine silico-calcareo, costituiti da elementi sani, duri, tenaci, esenti da polvere e da altri materiali estranei; essi dovranno comunque rispondere ai requisiti prescritti dalle norme sugli aggregati che stabiliscono i "Criteri e requisiti di accettazione degli aggregati impiegati nelle sovrastrutture stradali" CNR B.U. n. 139/92.

Aggregato grosso (frazione > 4 mm.): L'aggregato grosso sarà costituito da una miscela di pietrischetti e graniglie - tutti provenienti da frantumazione di rocce effusive-magmatiche di tipo basaltico o porfirico o scorie di acciaieria - che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- contenuto di rocce tenere, alterate o scistose secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, < 1%;
- contenuto di rocce degradabili, secondo la norma CNR B.U. n. 104/84, < 1%;
- perdita in peso alla prova di abrasione Los Angeles (LA), secondo la norma CNR B.U. n. 34/73, < al 22%;
- coefficiente di levigatezza accelerata secondo norma CNR-BU 140-92 C.L.A. > 0.40.
- porosità dei granuli (p%), secondo la norma CNR B.U. n. 65/78, < a 1,5%;
- tutto il materiale sarà proveniente dalla frantumazione di rocce;
- la dimensione massima dei granuli non superiore a 2,5 volte lo spessore dello strato e in ogni caso minore di 20 mm.;
- sensibilità al gelo (G), secondo la norma CNR B.U. n. 80/80, non superiore al 20% (in zone considerate soggette a gelo);
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore all'1%;
- spoliazione in acqua a 40°C, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 4%; nel caso in cui la superficie spogliata risulti superiore al 4%, l'aggregato grosso potrà, a giudizio della Direzione dei Lavori, essere ugualmente accettato, purché, per la produzione della miscela bituminosa, venga fatto uso del dope di adesione e, in questo caso, l'aggregato grosso superi la prova;
- indice di appiattimento (Ia), secondo la norma CNR B.U. n. 95/84, non superiore al 20%.

Per il prelievo dei campioni delle varie pezzature si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

Aggregato fino (frazione < 4 mm.): L'aggregato fino sarà costituito da una miscela di graniglie e sabbia frantumazione e dovrà rispondere ai seguenti requisiti:

- quantità di materiale proveniente dalla frantumazione di rocce lapidee pari al 100% in peso;
- passante al setaccio 0,075, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non superiore al 2%;
- equivalente in sabbia (ES), secondo la norma CNR B.U. n. 27/72, maggiore del 70%.

Per il prelievo dei campioni di sabbia si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

b) **Additivo minerale ("filler"):** Il filler dovrà possedere le caratteristiche generali e rispondere ai seguenti requisiti:

- spoliazione in acqua della roccia di origine, secondo la norma CNR B.U. n. 138/92, non superiore al 5%;
- tutto il materiale passante al setaccio da 0,18 mm., secondo la norma CNR B.U. n. 23/71;
- passante al setaccio da 0,075 mm, secondo la norma CNR B.U. n. 75/80, non inferiore all'80%;
- materiale non plastico, secondo la norma CNR-UNI 10014. Per il prelievo dei campioni si seguirà la norma CNR B.U. n. 93/1983.

c) **Leganti bituminosi: bitume modificato, emulsioni bituminose:** In funzione delle caratteristiche degli strati sottostanti, delle condizioni di traffico e di quelle ambientali e stagionali, dovranno essere usati, a discrezione della Direzione dei Lavori, tipi di leganti aventi caratteristiche secondo quanto previsto nei punti specifici del presente capitolato e le prescrizioni della norma CNR vigente. Il prelievo dei campioni di bitume dovrà avvenire conformità a quanto prescritto dalla norma CNR - BU n. 81/80

d) **Miscela ottimale:** La miscela da adottare per i materiali inerti dovrà presentare una curva granulometrica, secondo i metodi di analisi CNR B.U. n. 23/71, ad andamento continuo, compresa entro i seguenti limiti valido per uno spessore finito del monostrato maggiore di 6 cm.:

FUSO GRANULOMETRICO STRATO UNICO "MULTIFUNZIONALE 0-20"

Crivelli U.N.I.	fori in mm	Totale % passante in peso
20	20	100
15	15	80 - 95
10	10	58 - 80
5	5	40 - 55
2	2	25 - 40
n. 40	0.40	10 - 23
n. 80	0.18	8 - 15
n. 200	0.075	6 - 10

Le cui caratteristiche fisiche-meccaniche saranno:

- I vuoti intergranulari nella miscela degli inerti costipata, secondo il metodo di prova CNR B.U. n. 65/78, dovranno essere compresi fra il 15% e 20% in volume.
- Il contenuto di bitume nell'impasto dovrà essere compreso fra il 5% e 5,5% riferito al peso degli inerti e dovrà comunque essere determinato come il minimo necessario e sufficiente per ottimizzare - secondo il metodo Marshall di progettazione degli impasti bituminosi per pavimentazioni stradali - le caratteristiche dell'impasto entro i limiti di seguito precisati:
 - elevatissima resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare le sollecitazioni statiche o dinamiche senza rotture o deformazioni permanenti;
 - la stabilità Marshall, secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, determinate su n. 4 provini costipati a 150°C con 75 colpi su ciascuna faccia e condizionati a 60°C, dovrà essere la più elevata possibile e comunque maggiore di 1.200 Kg.;
 - la resistenza a trazione indiretta (Rt) a 25°C, secondo la norma, CNR B.U. n. 134/91, dovrà essere > di 12 daN/cm²;
 - addensamento e compattezza idonei; la "densità" (peso di volume) - determinata secondo la norma CNR B.U. n. 40/73 - dei provini Marshall preparati secondo la norma CNR B.U. n. 30/73, dovrà essere la più elevata possibile, compatibilmente con il contenuto di vuoti residui - determinato secondo la norma CNR B.U. n. 39/73 - che dovrà essere compreso fra il 3% ed il 6% in volume;
 - buona drenabilità cioè la capacità di far affluire le acque meteoriche secondo necessità e con limiti di permeabilità di evacuazione delle acque > di 6 lt. determinate con il metodo Belga.

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

- la "densità" (peso di volume) - determinata secondo succitata norma CNR - non dovrà essere inferiore al 97% della "densità" dei provini Marshall;
- il contenuto di vuoti residui in opera - determinato anch'esso secondo la norma CNR - dovrà comunque risultare compreso fra 4% e 7% in volume.

La superficie finita del conglomerato bituminoso messo in opera dello strato di usura, dovrà presentare:

- resistenza di attrito radente, misurata con l'apparecchio portatile a pendolo "Skid Resistance Tester" (secondo la norma CNR B.U. n.105/1985) su superficie pulita e bagnata, riportata alla temperatura di riferimento di 15 °C;
- inizialmente, ma dopo almeno 15 giorni dall'apertura al traffico, non inferiore a 65 BPN;
- dopo un anno dall'apertura al traffico, non inferiore a 55 BPN;
- macrorugosità superficiale misurata con il sistema della altezza in sabbia (HS), secondo la norma CNR B.U. n. 94/83, non inferiore a 0,55 mm.;
- coefficiente di aderenza trasversale (CAT) misurato con l'apparecchio S.C.R.I.M. (Siderwa+ Force Coefficient Investigation Machine), secondo la norma CNR B.U. n. 147/92, maggiore di 0,6.

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

20.12 - Norme generali sul confezionamento e posa in opera delle miscele in conglomerato bituminoso:

a) Modalità di produzione e confezionamento delle miscele: Il conglomerato verrà confezionato mediante idonei impianti altamente automatizzati dotati di adeguati controlli automatici di processo; tali impianti dovranno essere mantenuti sempre perfettamente in ordine e dovranno assicurare una elevata qualità del prodotto. La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento degli inerti, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto. La Direzione dei Lavori potrà approvare l'impiego di impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti della miscela sia eseguito a peso, con idonee apparecchiature la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata. Ogni 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 eventualmente previsto. La zona destinata agli inerti sarà preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanza argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura onde evitare contaminazioni. La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180 °C, quella del legante modificato tra 150 e 180°C salvo diverse disposizioni della Direzione dei Lavori. Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie, i serbatoi e le tramogge degli impianti dovranno essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati. L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà superare lo 0,5% in peso.

b) Trasporto del conglomerato: Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa dovrà avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci sempre dotati di telone di copertura avvolgente per evitare i raffreddamenti superficiali e la conseguente formazione di crostoni superficiali.

La percorrenza stradale dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa non dovrà richiedere un tempo eccessivamente lungo per non causare il raffreddamento del conglomerato. Pertanto la durata del trasporto è vincolata dalla temperatura minima del conglomerato alla stesa, che non dovrà mai essere inferiore a 150-160°C.

c) Posa in opera del conglomerato: Il piano di posa risulterà perfettamente pulito, scevro da polveri e privo di residui di qualsiasi natura. La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione dei Lavori dotate di piastra riscaldata, in perfetto stato di efficienza e con automatismi di autolivellamento. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di potere utilizzare ogni altra tecnologia ritenuta più opportuna, possibilmente dopo aver consultato l'Impresa. Le vibrofinitrici dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grassi. La velocità di avanzamento delle macchine di stesa dovrà essere mediamente compresa tra 4 e 5 m/min. La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro. Gli strati eventualmente compromessi dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti. La temperatura esterna non dovrà mai essere inferiore a 5°C.

d) Compattazione del conglomerato: La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice ed essere condotta a termine senza interruzioni. L'addensamento dovrà essere realizzato possibilmente con rulli gommati oppure metallici a rapida inversione di marcia, con peso idoneo e con caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili. Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso minimo di 8/10 ton. per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese. Al termine della compattazione gli strati dovranno avere una densità non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno o periodo di lavorazione riscontrata nel controllo all'impianto. Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere un uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorimenti nello strato appena steso. La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni; un'asta rettilinea lunga 4 ml. posta nel senso parallelo all'asse stradale sulla superficie finita dovrà aderirvi uniformemente; saranno tollerati scostamenti dalle quote di progetto contenuti nel limite di:

- strati base : ± 8 mm.
- strato di collegamento: ± 5 mm.
- strato di usura : ± 4 mm.

L'impasto sottoposto all'azione del rullo non deve scorrere. Se ciò accade, significa che qualche cosa non va nello studio Marshall della miscela o nella temperatura del materiale. In questi casi occorre sospendere l'esecuzione del lavoro.

e) Esecuzione dei giunti: Durante la stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di due finitrici. Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata dovrà essere trattato con applicazione di emulsione bituminosa acida al 55% in peso, per assicurare la saldatura della striscia successiva. Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura. La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i

vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra loro sfalsati almeno di 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

f) Preparazione della superficie stradale: Prima di iniziare la stesa è necessario provvedere ad un'accurata pulizia della superficie stradale ed alla stesa di una adeguata mano di attacco, realizzata con bitumi modificati, che avrà lo scopo di garantire un perfetto ancoraggio con la pavimentazione esistente, impermeabilizzarla e prevenire la propagazione delle fessurazioni dalla fondazione allo strato di usura. La mano di attacco sarà eseguita con bitumi modificati stesi in ragione di Kg. 1,0 $\pm$ 0,2 al m², con apposite macchine spruzzatrici automatiche in grado di assicurare l'uniforme distribuzione del prodotto ed il dosaggio previsto. Per evitare l'adesione dei mezzi di cantiere, si dovrà provvedere allo spargimento, con apposito mezzo di graniglia prebitumata avente pezzatura 8/12 mm., in quantità di circa 6/8 l/m². In casi particolari o quando la Direzione dei Lavori lo ritenga opportuno, si potrà realizzare la mano di attacco utilizzando una emulsione di bitume modificato effettuata mediante apposite macchine spanditrici automatiche in ragione di Kg 1,5 $\pm$ 0,2 al m² e successiva granigliatura come sopra descritto. L'eccesso di graniglia non legata dovrà essere asportato mediante impiego di motospazzatrice.

21 Riciclaggio in sito a freddo

21.1 - Interventi di manutenzione con la tecnologia del riciclaggio in sito a freddo: Queste specifiche tecniche standard riguardano le procedure relative alla costruzione e/o riqualificazione di nuove strutture stradali, specialmente nel caso di riutilizzo di materiale riciclato degli strati superiori e/o inferiori costituenti la pavimentazione esistente (riciclaggio in sito a freddo).

Esse comprendono:

- fresatura e rigenerazione di materiali provenienti dagli strati superficiali e inferiori della struttura della pavimentazione esistente;
- modifica della granulometria e della percentuale di materiale riciclato con l'aggiunta eventuale di aggregati nuovi;
- fornitura, integrazione e miscelazione di leganti, acqua e stabilizzanti;
- fresatura, produzione, stesa e compattazione per ottenere una pavimentazione nuova e funzionale.

Queste specifiche tecniche sono generiche per uno scopo standard: nella realtà dei fatti esse possono variare a seconda delle esigenze tecniche del singolo progetto. Le stesse devono essere correlate con le specifiche tecniche di progetto, che costituiscono parte integrante di ciascuna documentazione di appalto e si suppone integrino o sostituiscano queste specifiche standard. Queste specifiche più precise dovranno essere rispettate fin dall'indagine preliminare e nella susseguente determinazione del mix design per la nuova pavimentazione.

I requisiti che dovrà avere il prodotto finale riciclato fanno parte sia delle specifiche standard che delle specifiche di progetto. Sta all'esecutore dei lavori proporre ed eseguire il trattamento appropriato per rispondere a detti requisiti.

a) **STUDIO PRELIMINARE DELLA PAVIMENTAZIONE STRADALE ESISTENTE:** E' necessario eseguire un'analisi dettagliata delle caratteristiche della pavimentazione esistente prima di procedere con l'intervento di rigenerazione a freddo, al fine di essere certi di ottenere il risultato desiderato. Questa indagine preliminare ha lo scopo di determinare la materia prima da impiegare, ma anche gli stabilizzatori ed il loro rispettivo dosaggio; inoltre, dovrà permettere di stabilire la profondità del trattamento sulla base della portata dei carichi previsti; l'indagine e lo studio dovranno fornire i dati seguenti:

- estrazione in situ di carote d = 15 cm, tante da permettere di eseguire appropriati test di laboratorio; (circa 4 al km.)
- studio della curva granulometrica della pavimentazione esistente;
- determinazione delle caratteristiche degli aggregati che formano lo strato da sottoporre al trattamento di riciclaggio;
- progettazione della nuova miscela, cioè: selezione del tipo di legante; del nuovo aggregato e loro ottimizzazione;
- determinazione delle prove da eseguire durante l'esecuzione dei lavori, in conformità a queste specifiche tecniche.

b) **MATERIALI:** Tutti i materiali impiegati dovranno essere materiali di qualità e dovranno essere controllati e approvati dall'ingegnere progettista e/o Direttore dei Lavori prima del loro impiego; inoltre, l'indagine preliminare dovrà evidenziare le loro caratteristiche peculiari e la giusta dose con cui impiegarli al fine di ottimizzare la nuova miscela.

1. **MATERIALI IN SITO:** Sia le analisi che le prove eseguite sui campioni rappresentativi prelevati dalla pavimentazione esistente dovranno essere tenute in considerazione dettagliatamente nelle specifiche tecniche di progetto; queste analisi dovranno fornire almeno le seguenti informazioni:

- una descrizione dettagliata della struttura della pavimentazione esistente;
- composizione e classificazione, plasticità ed altre caratteristiche che il nuovo strato riciclato dovrebbe fornire;
- la percentuale di umidità durante l'analisi.

Sebbene questi dati vengano forniti in buona fede, potrebbero ugualmente non essere corretti, o del tutto affidabili, a causa delle particolari circostanze di estrazione dei provini. Poiché il fatto che si suppongano affidabili è a rischio dell'esecutore dei lavori (impresa), è consigliabile eseguire verifiche separate per essere in grado di determinare le condizioni che prevalgono al momento della costruzione.

2. **NUOVO MATERIALE DA AGGIUNGERE:** Potrebbe essere necessario aggiungere nuovo materiale naturale (sabbia, pietrisco, etc.) al materiale riciclato, allo scopo di:

- modificare il contenuto e la curva granulometrica del materiale riciclato;
- apportare modifiche alle caratteristiche meccaniche;
- integrare il materiale riciclato per correggerne la forma.

I requisiti particolari relativi al materiale da aggiungere possono essere dedotti dallo studio preliminare, e in particolare:

- gli aggregati che lo compongono devono essere frantumati esclusivamente in forma poliedrica, escludendo quindi materiale naturale di forma tondeggiante;
 - deve essere di origine calcarea o equivalente;
 - deve essere fornito con la propria curva granulometrica;
 - perdita di peso con prova Los Angeles < 25%;
 - la sua granulometria deve essere idonea ai requisiti fissati dal progetto preliminare della miscela.
3. **SOSTANZE STABILIZZANTI:** Gli stabilizzanti comprendono leganti idraulici tipo calce e cemento sia sostanze chimiche. Le caratteristiche di ogni singolo stabilizzante o di una combinazione di più di uno di essi deve essere analizzata nello studio preliminare in conformità al tipo di intervento da eseguire.
4. **STABILIZZANTI CHIMICI:** Gli stabilizzanti chimici possono includere una o più delle seguenti sostanze:
- cemento/calce - Il cemento/calce deve rispondere ai requisiti relativi alla produzione di cemento/calce;
 - cemento Portland - Il cemento Portland deve essere conforme alle normative relative alla produzione del cemento (quali BS 12: il cemento Portland ed il cemento Portland a presa rapida). Inoltre è necessario tener presente che il cemento Portland a presa rapida non deve essere usato come stabilizzatore;
 - cemento Portland da altoforno - Il cemento Portland da altoforno deve essere conforme alle rispettive normative vigenti;
 - altri stabilizzanti chimici - Le caratteristiche di qualsiasi altra sostanza chimica da utilizzare come stabilizzante, come ad es. ceneri volanti, concentrati di suoli modificati fatti di solfuro solubile in acqua, resine, silicati, etc., devono essere analizzati nel dettaglio nello studio preliminare delle specifiche di progetto.

Nota: Dal momento della fornitura fino a quello del loro impiego, tutti gli stabilizzanti chimici in polvere devono essere protetti dall'umidità, in conformità alle istruzioni del produttore o del fornitore. Le scorte di questi stabilizzanti devono essere impiegate seguendo l'ordine di arrivo; i materiali che sono a magazzino da

più di tre mesi possono essere impiegati solo con previa autorizzazione.

- dettagli relativi alle condizioni igieniche del serbatoio al momento del carico, al carico precedente e alla possibile presenza di residui;
- dettagli relativi a qualsiasi sostanza chimica o aggiunta con cui potrebbe essere entrato in contatto il prodotto prima, durante o dopo il trasporto (ad es., un agente legante bitume).

Nota: Il riferimento a "stabilizzanti fluidi" contenuto nelle specifiche riguarderà gli stabilizzanti bituminosi in tutte le loro forme. La miscela rigenerata così ottenuta mediante tali operazioni dovrà essere testata a sua volta allo scopo di determinare:

- granulometria;
- percentuale di vuoti;
- valore di densità;
- test di resistenza alla trazione indiretta (brasiliiana):

Minima resistenza alla trazione per strato di usura, 7 giorni > 4MPa, 28 gg > 7 MPa

Minima resistenza alla trazione per strato di base o "b+nder", 7 giorni > 3MPa, 28 gg > 6 MPa

5. **ACQUA:** L'acqua deve essere trasparente e priva di dannose concentrazioni di acidi, alcali, sali, glucosio e altre sostanze chimiche e organiche. Nel caso in cui l'acqua impiegata non provenga da un condotto principale, cioè quello che fornisce agli utenti pubblici l'acqua potabile, sarà necessario eseguire dei test di idoneità.

c) **IMPIANTO ED ATTREZZATURE:** L'intero impianto deve essere fornito e utilizzato con lo scopo di riciclare il materiale in sito fino ad una certa profondità per poter realizzare un nuovo strato mediante una o due sole passate, in conformità con le Specifiche ed i requisiti richiesti.

L'impianto e le attrezzature impiegati dovranno essere in buone condizioni ed avere una capacità che sia adeguata allo svolgimento dei lavori. L'utilizzo di un impianto sottoposto di rado a controlli ed in cattivo stato non è permesso usarlo in sito.

22.1.1.1. IMPIANTO PER IL RICICLAGGIO IN PROFONDITA' A FREDDO IN SITO: Il processo di riciclaggio a freddo in sito deve essere eseguito da un'ideale macchina fresatrice che in primo luogo, fresi la pavimentazione esistente fino alla profondità richiesta e, una ulteriore spanditrice di stabilizzante necessario, ed eventuale nuovo materiale per ottenere la composizione e la consistenza richieste. E' possibile utilizzare in aggiunta un'altra macchina per il trattamento del materiale, una volta che questo sia già stato fresato e miscelato (pulvimixer). La macchina fresatrice riciclatrice dovrà avere almeno queste caratteristiche:

- essere in grado di fresare fino ad una profondità di 200÷400 mm. in una sola passata e mantenerla mediante un sensore;
- essere fornita di un rullo/tamburo di fresatura che ruoti verso l'alto secondo la direzione di avanzamento e raggiunga un'estensione di taglio di almeno 2,50 ml. per ogni singola passata;
- un dispositivo per controllare la composizione della miscela, fatta di una barretta regolabile, posizionata di fronte al rullo di fresatura per permettere una migliore frantumazione del materiale da riciclare.

Il materiale riciclato deve fluire nel retro senza che intervenga una segregazione delle frazioni granulometriche. La stesa del materiale per la realizzazione della nuova fondazione deve essere eseguita da una barra livellatrice o da una barra spanditrice o da una vibrofinitrice posta sul retro della macchina riciclatrice.

d) FASE DI LAVORAZIONE: Non dovrà essere eseguito alcun lavoro in condizioni di umidità o bagnato, né si dovranno iniziare i lavori se vi è il rischio di non poterli portare a termine prima dell'avvento di suddette condizioni atmosferiche; ugualmente, non si dovrà procedere con i lavori se la temperatura ambiente è inferiore a 5 °C. Se la temperatura dell'aria scende sotto, le uniche operazioni permesse sono la finitura e la compattazione; il limite temporale per completare lo strato dopo la miscelatura con il cemento è di 3 ore. Ogni giorno prima di iniziare i lavori, l'esecutore redigerà un piano di lavorazione specificando i lavori previsti per il giorno stesso. Detto piano dovrà includere:

- uno schizzo indicante planimetria, lunghezza e larghezza delle sezioni stradali su cui effettuare il riciclaggio;
- numero di tagli paralleli per ottenere la larghezza dichiarata e la larghezza del sormonto dei tagli;
- sequenza dei tagli;
- tempo stimato per completare i lavori;
- luogo dove erano stati prelevati campioni con contenuto di umidità e risultato dei test;
- aggiunta d'acqua proposta per ciascun taglio e punti in cui vi sono eventuali modifiche;
- quantità, posizione e tipo di materiale da riportare;
- qualsiasi altra informazione rilevante.

Sarà necessario pianificare i giunti longitudinali in modo tale che coincidano con ciascun cambio delle pendenze della strada, a prescindere dalle implicazioni per la larghezza di sormonto. Il responsabile dell'esecuzione lavori dovrà tenere costantemente con sé in cantiere il piano giornaliero di produzione. Prima di iniziare con qualsiasi operazione di riciclaggio, l'allineamento orizzontale esistente dovrà essere verificato usando una serie di picchetti posizionati da ambo i lati della strada. Detti picchetti dovranno essere posizionati al di fuori dell'area di lavoro ad una distanza costante e ad angolo retto rispetto alla linea di centro esistente, e dovranno essere utilizzati per ricostruire la linea di centro una volta completati i lavori. La distanza tra i picchetti non deve essere superiore a 20 ml. nelle curve e 40 ml. nei tratti dritti. Prima di iniziare qualsiasi lavoro, si dovrà procedere a preparare la superficie della strada esistente eseguendo le seguenti operazioni:

- pulizia dai rifiuti di vegetazione e di altro materiale estraneo dall'intera estensione della superficie stradale, comprese le strade adiacenti non interessate dal riciclaggio;
- rimozione di acqua stagnante;
- fresatura preliminare dove vi siano dei punti alti rispetto al livello medio;
- riempimento di eventuali cedimenti, buche e depressioni con apporto di idoneo materiale bituminoso o inerte;
- accurata marcatura delle linee di taglio orizzontali da eseguire;
- l'esecutore dovrà registrare i punti di tutte le marcature apportate sul manto stradale che saranno ripassate con la fresatura.

Ove il livello (pendenza) della strada esistente e la sua sezione trasversale vengano eccessivamente modificate, l'esecutore sarà responsabile di eseguire tutte quelle operazioni necessarie per rendere lo strato superficiale della pavimentazione riciclata soddisfacente per il Direttore dei Lavori. Nel caso in cui i difetti della superficie vengano corretti e vengano apportate delle modifiche del livello, il direttore dei lavori darà istruzioni all'esecutore di verificare e ristrutturare questa sezione. L'esecutore potrà ricorrere alla fresatura preliminare e al riporto di materiale per correggere il livello della superficie come concordato con il Direttore dei Lavori. Nel caso in cui il materiale riportato venga usato per correggere il livello e la forma, detto materiale dovrà essere steso sulla superficie stradale esistente prima della fresatura. L'esecutore deciderà con il Direttore dei Lavori in merito alla granulometria, al tipo e alla quantità di materiale. Per stendere il materiale riportato è necessaria una livellatrice o un impianto simile (ad es. uno spargitore dosatore) che possa garantire una quantità con stesa omogenea sulla superficie, permettendo al tempo stesso la variazione della quantità di materiale da stendere in conformità ai piani di intervento. Nel caso in cui lo spessore del materiale riportato dovesse superare la profondità di fresatura, i requisiti per la correzione della forma verranno modificati livellando da ciascun lato della depressione. Ove la livelletta del materiale fresato richieda l'aggiunta di materiale riportato, l'esecutore concorderà con il Direttore dei Lavori il tipo di granulometria e la quantità di materiale necessario. Il contenuto di umidità al momento della compattazione non dovrà superare il 75% dell'umidità di saturazione calcolata alla massima densità a secco. L'umidità reale in situ dovrà essere continuamente monitorata con idoneo strumento tipo igrometro rapido Microlance. I giunti longitudinali tra corsie successive dovranno sormontarsi per almeno 30 mm.; qualsiasi variazione in eccesso di 30 mm verrà corretta immediatamente invertendo e ripassando lungo la linea precedente senza aggiunta di acqua, cemento, o altro.

L'estensione del sormonto dovrà essere confermata prima di ciascun nuovo taglio e dovranno essere fatte le modifiche necessarie per garantire che le quantità di acqua e cemento vengano modificate proporzionalmente dall'ampiezza del sormonto. L'esecutore dovrà assicurare che tra tagli successivi non rimangano vuoti di materiale non riciclato e che non vi siano zone cuneiformi non trattate create dall'entrata del rullo/tamburo della fresatrice nel materiale esistente; per assicurare la continuità dello strato stabilizzato il taglio successivo dovrà essere iniziato almeno 0.30 ml. oltre il punto contrassegnato.

La rullatura dovrà iniziare il più presto possibile e dovrà seguire la sequenza sotto indicata. I rulli dovranno essere un minimo di 2: il primo a seguire la riciclatrice misto gommato vibrante ad alta frequenza di massa > 200 q.li, con funzione di addensatore primario del materiale soffice riciclato; un secondo tipo tandem vibrante per la fase finale di addensamento e per regolarizzare il piano della superficie di scorrimento. A fine operazioni di compattazione i valori di addensamento dovranno essere:

- la densità relativa media dello spessore dello strato dovrà essere 95% (Proctor modificato);
- la densità del terzo più basso dello strato, che non dovrà essere meno della densità media dello strato, meno 2%.

All'inizio del progetto l'esecutore dovrà assemblare tutte le attrezzature che compongono l'impianto che egli si propone di utilizzare per il riciclaggio a freddo e dovrà operare sulla prima sezione della pavimentazione stradale da ristrutturare al fine di:

- dimostrare che l'impianto e il processo operativo che si propone per eseguire il riciclaggio a freddo sia in grado di produrre lo strato in conformità con le specifiche.
- determinare l'effetto della classificazione (della livelletta) del materiale riciclato variando la velocità della fresatrice e la velocità di rotazione del tamburo della stessa.
- determinare se la sequenza e le modalità di rullatura rispondono ai requisiti relativi alla densità.

Nel caso in cui l'esecutore apporti delle modifiche ai metodi, alle procedure, agli impianti o ai materiali utilizzati, o nel caso in cui non sia in grado di conformarsi alle specifiche a causa delle modifiche dei materiali in situ o per qualsiasi altra ragione, potrà chiedere di eseguire altre sezioni dimostrative (prove) prima di continuare il lavoro.

e) **CONTROLLI E PROVE DI LABORATORIO DURANTE E DOPO IL RICICLAGGIO:**

1) **VERIFICA DEL PROCESSO DI RICICLAGGIO:** Essendo il riciclaggio a freddo un tipo di intervento molto particolare e delicato servono indagini particolari e mirate eseguite con attrezzature particolari e sofisticate, gestite da personale esperto e altamente qualificato.

Durante i lavori di riciclaggio è necessario eseguire una serie di verifiche e prove per determinare la corrispondenza del materiale riciclato con i requisiti posti nello studio preliminare; in particolare, 1-2 volte al giorno durante le operazioni, devono essere eseguiti i seguenti test:

- granulometria della nuova miscela;
- contenuto di cemento, calce e/o altri leganti;
- percentuale di umidità della miscela.

Prima di eseguire la compattazione, sarà necessario controllare sia il tasso di umidità che la temperatura della miscela simultaneamente per mezzo di un rilevatore elettronico ad immersione che possa essere inserito in profondità nella miscela. Inoltre, immediatamente dopo la fase di compattazione, la nuova superficie dovrà essere controllata mediante un densimetro non nucleare a lettura diretta.

2) **CONTROLLI DOPO CHE LE OPERAZIONI DI RICICLAGGIO SONO STATE COMPLETATE:** Dovranno essere prelevate delle carote nei giorni seguenti l'intervento, ad intervalli regolari, allo scopo di controllare:

- la profondità dell'intervento di riciclaggio
- la densità della miscela
- la percentuale di vuoti
- la granulometria
- la trazione indiretta

Inoltre bisognerà controllare la pavimentazione stradale a vista così da verificare che la superficie sia liscia e le sue condizioni generali. Tutti questi test devono essere eseguiti mediante laboratori fissi o mobili disponibili in cantiere; detti laboratori dovranno essere dotati di strumentazioni moderne ed efficienti al fine di garantire l'esattezza delle operazioni in conformità alla normativa internazionale.

1) **TOLLERANZE DI LAVORAZIONE:**

SPESSORE DELLO STRATO: nessun singolo strato dovrà essere inferiore di 3 cm. rispetto allo spessore specificato il 90% delle misurazioni sono uguali o superiori allo spessore specificato meno 2 cm.

Fondo: Quando viene testata con 3 ml. di filo tirato ad angolo retto rispetto al centro della strada, la superficie non dovrà deviare dal fondo del filo teso di più di 15 mm.

Superficie: Ogni singola irregolarità misurata con filo tirato 3 ml. adagiato parallelamente alla linea di centro non dovrà superare i 10 mm.

Requisiti dopo compattazione (campione di carota d = 15 cm.)

- densità relativa 95% del mix design preliminare
- minima resistenza a trazione per strato di usura, 7 giorni > 5MP_a, 28 gg > 7 MP_a
- minima resistenza a trazione per strato di base o bynder, 7 giorni > 3MP_a, 28 gg > 5 MP_a

22. Segnaletica stradale

22.1 - Segnaletica orizzontale - Per la segnaletica orizzontale la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- Circ. LL.PP. n. 2357 del 16/5/1996;
- Circ. LL.PP. n. 5923 del 27/12/1996;
- Circ. LL.PP. n. 3107 del 9/6/97.

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 assicuri la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002/94.

La ditta 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. La vernice da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente premiscelato e cioè contenere sfere di vetro mescolato durante il processo di fabbricazione così che dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro dovute all'usura dello strato superficiale di vernice stessa sullo spartitraffico svolga effettivamente efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari. Inoltre la segnaletica orizzontale dovrà essere priva di sbavature e ben allineata. Il Direttore dei Lavori potrà chiedere, in qualsiasi momento all'Appaltatore la presentazione del "certificato di qualità", rilasciato da un laboratorio ufficiale, inerente alle caratteristiche principali della vernice impiegata.

a) **CONDIZIONI DI STABILITÀ** - Per la vernice bianca il pigmento colorato sarà costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di zinco, per quella gialla da cromato di piombo. Il liquido pertanto deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica; il fornitore dovrà indicare i solventi e gli essiccamenti contenuti nella vernice. La vernice dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia ed uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi. La vernice dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà mediante l'uso di una spatola a dimostrare le caratteristiche desiderate, in ogni momento entro sei mesi dalla data di consegna; non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie di nessun tipo e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, anche durante i mesi estivi, anche se applicata su pavimentazione bituminosa, non dovrà presentare traccia di inquinamento da sostanze bituminose. Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,2 e 1,5 m²/Kg. (ASTM D 1738); ed il peso suo specifico non dovrà essere inferiore a 1,50 Kg. per litro a 25°C (ASTM D 1473).

b) **CARATTERISTICHE DELLE SFERE DI VETRO** - Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di bolle d'aria e, almeno per il 90% del peso totale dovranno aver forma sferica con esclusione di elementi ovali, e non dovranno essere saldate insieme. L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore ad 1,50 usando per la determinazione il metodo della immersione con luce al tungsteno.

Le sfere non dovranno subire alcuna alterazione all'azione di soluzioni acide saponate a pH 5÷5,3 e di soluzione normale di cloruro di calcio e di sodio. La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni chilogrammo di vernice prescelta dovrà essere compresa tra il 30 ed il 40%.

Le sfere di vetro (premiscelato) dovranno soddisfare complessivamente alle seguenti caratteristiche granulometriche:

	Setaccio A.S.T.M.	% in peso
Perline passanti per il setaccio	n. 70	100
Perline passanti per il setaccio	n. 140	15 - 55
Perline passanti per il setaccio	n. 230	0 - 10

c) **IDONEITÀ DI APPLICAZIONE** - La vernice dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

d) **QUANTITÀ DI VERNICE DA IMPIEGARE E TEMPO DI ESSICCAMENTO** - La quantità di vernice, applicata a mezzo delle normali macchine spruzzatrici sulla superficie di una pavimentazione bituminosa, in condizioni normali, dovrà essere non inferiore a 0,12 Kg. per metro lineare di striscia larga 12 cm., mentre per la striscia larga 15 cm. non dovrà essere inferiore a 0,15 Kg. e di 1,00 Kg. per superfici variabili di 1,0

e 1,2 mq. In conseguenza della diversa regolarità della pavimentazione ed alla temperatura dell'aria tra i 15°C e 40°C e umidità relativa non superiore al 70%, la vernice applicata dovrà asciugarsi sufficientemente entro 30-45 minuti dell'applicazione; trascorso tale periodo di tempo le vernici non dovranno staccarsi, deformarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento sarà anche controllato in laboratorio secondo le norme A.S.T.M. D/711-35.

e) **VISCOSITA'** - La vernice nello stato in cui viene applicata, dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee; tale consistenza misurata allo stornier viscosimeter a 25°C espressa in unità Krebs sarà compresa tra 70 e 90 (A.S.T.M. D 562); la vernice che cambi consistenza entro sei mesi dalla consegna sarà considerata non rispondente a questo requisito.

f) **COLORE** - La vernice dovrà essere conforme al bianco o al giallo richiesto. La determinazione del colore sarà fatta in laboratorio dopo l'essiccamento della stessa per 24 ore.

La vernice non dovrà contenere alcun elemento colorante organico e dovrà scolorire al sole; quella bianca dovrà possedere un fattore di riflessione pari almeno al 75% relativo all'ossido di magnesio, accertata mediante opportuna attrezzatura. Il colore dovrà conservare nel tempo, dopo l'applicazione, l'accertamento di tali conservazioni che potrà essere richiesto dalla stazione appaltante in qualunque tempo prima del collaudo e che potrà determinarsi con opportuni metodi di laboratorio.

g) **RESIDUO** - Il residuo non volatile sarà compreso tra il 65% ed il 75% in peso sia per la vernice bianca che per quella gialla.

h) **CONTENUTO DI PIGMENTO** - Il contenuto di biossido di titanio (pittura bianca) non dovrà essere inferiore al 14% in peso e quello cromato di piombo (vernice gialla) non inferiore al 10% in peso.

i) **RESISTENZA AI LUBRIFICANTI E CARBURANTI** - La pittura dovrà resistere all'azione lubrificante e carburante di ogni tipo e risultare insolubile ed inattaccabile alla loro azione.

j) **PROVA DI RUGOSITA' SU STRADA** - Le prove di rugosità potranno essere eseguite su strade nuove in un periodo tra il 10° ed il 30° giorno dalla apertura del traffico stradale. Le misure saranno effettuate con apparecchio Skid Tester ed il coefficiente ottenuto secondo le modalità d'uso previste dal R.D.L. inglese, non dovrà abbassarsi al di sotto del 60% di quello che presenta pavimentazioni non verniciate nelle immediate vicinanze della zona ricoperta con pitture; in ogni caso il valore assoluto non dovrà essere minore di 35 (trentacinque).

k) **DILUENTE** - Dovrà essere del tipo derivato da prodotti rettificati dalla distillazione del petrolio e dovrà rispondere al D.P.R. 245 del 6/3/1963 ovvero privo di benzolo e con una percentuale minima di componenti di tuoiolo e fluolo e quindi inferire alla percentuale prescritta dall'art. 6 della sopracitata legge.

22.2 - Segnaletica verticale - I segnali stradali dovranno essere conformi ai tipi, alle dimensioni, misure e caratteristiche stabilite dal D.L. 285 del 30 aprile 1992, dal D.P.R. 495 del 16 dicembre 1992, e s.m.i., rispondere ai requisiti di qualità richiesti dal disciplinare tecnico di cui al D.M. 31 marzo 1995 e dalle Circolari Ministeriali n. 3652 del 17 giugno 1998 e n. 1344 dell'11 marzo 1999.

a) caratteristiche delle pellicole rifrangenti:

- **Pellicole rifrangenti di classe 1 - a normale risposta luminosa con durata di sette anni:** la pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella II del paragrafo 3.2.1 del Disciplinare Tecnico D.M. 31 marzo 1995 e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di sette anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medie condizioni ambientali d'uso. Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 3.1.1. del Disciplinare Tecnico D.M. 31 marzo 1995. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole rifrangenti di classe 1.
- **Pellicole rifrangenti di classe 2 - ad alta risposta luminosa con durata di dieci anni:** la pellicola deve avere un coefficiente areico di intensità luminosa rispondente ai valori minimi prescritti nella tabella III del paragrafo 3.2.1 del Disciplinare Tecnico D.M. 31 marzo 1995 e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di dieci anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medie condizioni ambientali d'uso. Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche di cui alla tabella I del paragrafo 3.1.1 del Disciplinare Tecnico D.M. 31 marzo 1995. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole rifrangenti di classe 2.
- **Pellicole sperimentali di classe 2 Grandangolare:** Ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni (D.G.) munite di certificazione per la classe 2 ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di Classe 2 di cui al capitolo 2 art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 31 marzo 1995 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:
 1. segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità alle brevi e medie distanze.
 2. segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione ed interpretazione da parte del conducente del veicolo;
 3. strade ad elevata percorrenza da parte di mezzi pesanti;
 4. strade con forte illuminazione ambientale.

Al fine di realizzare segnali stradali efficaci per le suddette specifiche situazioni, dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di **grande angolarità superiori**, così come definite dalla seguente tabella, relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa):

ANGOLO DIVERG	ANGOLO ILLUMIN.	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE
	5°	80	65	20	10
1°	30°	50	40	13	5
	40°	15	13	5	2
	5°	20	16	5	2,5
1,5°	30°	10	8	2,5	1
	40°	5	4,5	1,5	0,5

Un rapporto di prova, rilasciato da un Istituto di misura previsto dal D.M. 31 marzo 1995, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfano i sopradetti requisiti, deve essere accluso, unitamente alla certificazione di Classe 2 prevista dallo stesso D.M. 31 marzo 1995, nella documentazione della Ditta aggiudicataria. Potrà essere richiesto che tale pellicola speciale sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazioni di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare 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 stessa non superiore a 20° +2° (vedi gradi).

La misurazione si intende effettuare con strumenti per misura delle tensioni superficiali "Krus" con acqua distillata ed alle temperature di 22°; in tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di cui sopra. Infine, la pellicola speciale di colore giallo fluororifrangente, per eventuale segnaletica da cantiere, dovrà avere un fattore di luminanza non inferiore a 0,50. Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole rifrangenti 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 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche come specificato precedentemente. Su ogni porzione di pellicola impiegata per realizzare ciascun segnale deve comparire almeno una volta il contrassegno contenente il marchio o il logotipo del fabbricante e la dicitura "7 anni" o "10 anni" rispettivamente per le pellicole di classe 1 e per le pellicole di classe 2. Le diciture possono anche essere espresse nelle altre lingue della CEE. Non potranno essere accettati segnali stradali e pellicole rifrangenti a normale e ad alta risposta luminosa sprovviste di tale marchio. La pellicola dovrà aderire perfettamente al supporto senza presentare punti di distacco

lungo il perimetro del cartello o bolle d'aria fra il supporto metallico e la pellicola stessa e, comunque, l'applicazione dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

b) **caratteristiche dei supporti metallici:** I segnali saranno costruiti in ogni loro parte in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99% (Norma UNI 4507) dello spessore non inferiore a 25/10 di mm., rispondenti ai criteri di qualità previsti dalle Circolari Ministeriali n. 3652 del 17 giugno 1998 e n. 1344 del 11 marzo 1999. La lamiera di alluminio dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di passivazione effettuato mediante polifosfatazione organica o analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici. Il materiale grezzo, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo Wash-Primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti e la cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140 °C. Il retro e la scatola dei cartelli verranno ulteriormente finiti in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico. Ogni segnale dovrà essere rinforzato lungo il suo perimetro da una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola delle dimensioni non inferiori a 15 mm. Qualora le dimensioni dei segnali superino la superficie di 1,50 m², i cartelli dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento piegate ad "U" dello sviluppo di 15 cm., saldate al cartello nella misura e della larghezza necessaria. I segnali dovranno essere muniti sul retro di attacchi universali per l'ancoraggio ai sostegni saldati a punti in modo da evitare ogni perforazione. Tutti i segnali dovranno essere completi di appositi collari in acciaio zincati a caldo corredati di relativa bulloneria in acciaio inox, atti al fissaggio del segnale al sostegno tubolare. Qualora i segnali fossero costituiti da due o più pannelli contigui, questi saranno perfettamente accostati mediante angolari in metallo resistenti alla corrosione, opportunamente forati e muniti di un sufficiente numero di bulloni zincati. A scelta della Direzione dei Lavori potranno essere impiegati segnali stradali di indicazione realizzati interamente mediante estrusione in speciale lega di alluminio anticorrosione (UNI 3569 nello stato TA16) modulari e connettabili, senza forature, con speciali morsetti per formare superfici di qualsiasi dimensione ed aventi un peso minimo di 12 Kg/m². Le targhe realizzate in questo modo dovranno consentire l'applicazione corretta dei vari tipi di pellicola, con le stesse modalità e garanzie delle targhe tradizionali. Le targhe modulari in lega di alluminio anticorrosione, dovranno inoltre consentire l'intercambiabilità di uno o più moduli danneggiati senza dover sostituire l'intero segnale e permettere di apportare variazioni sia di messaggio che di formato, utilizzando il supporto originale. I sostegni per i segnali di indicazione in elementi estrusi di alluminio potranno essere a richiesta dalla Direzione dei Lavori anche in acciaio zincato a caldo (secondo le norme ASTM 123) con profilo ad "IPE" dimensionati per resistere ad una spinta di 140 kg/m² e atti al fissaggio degli elementi modulari con speciali denti in lega di alluminio UNI - 3569 - TA/16 dell'altezza di 40 mm.

Sul retro dei segnali dovrà essere indicato l'Ente proprietario della strada, il marchio della ditta che ha fabbricato il segnale, l'anno di fabbricazione, il numero dell'autorizzazione concessa dal Ministero dei lavori pubblici alla ditta medesima per la fabbricazione dei segnali stradali e gli estremi della Determinazione Dirigenziale di approvazione della fornitura; inoltre, ai sensi della circolare n. 3652 del 17 giugno 1998, dovrà essere riportato il marchio dell'Organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità del prodotto rilasciato. Per i segnali di prescrizione, ad eccezione di quelli utilizzati nei cantieri stradali, devono essere riportati, inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione; il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di 200 cm².

c) **sostegni a palo e sostegni a portale:** I pali saranno in acciaio e zincati a caldo mediante immersione (secondo norme UNI e ASTM 123) del diametro di 60 mm., con spessore 2,2+2,5 mm. I pali di sostegno verranno forniti completi di tappo di plastica ed avranno un foro alla base per il fissaggio del tendino di ancoraggio. I sostegni dei segnali verticali dovranno essere muniti di un dispositivo inamovibile antirrotazione del segnale rispetto al sostegno, ottenuto con una scanalatura lungo tutta la lunghezza. I sostegni a portale del tipo a bandiera, a farfalla e a cavalletto saranno realizzati in lamiera di acciaio zincato a caldo, con ritzi a sezione variabile a perimetro costante, di dimensioni calcolate secondo l'impiego e la superficie di targhe da installare. La traversa sarà costituita da tubolare rettangolare o quadra e collegata mediante piastra di idonea misura. La struttura sarà calcolata per resistere alla spinta del vento di 150 km/h. I portali saranno ancorati al terreno mediante piastra di base fissata al ritto, da bloccare alla contropiastra in acciaio ad appositi tirafondi annegati nella fondazione in calcestruzzo. L'altezza minima dal piano viabile al bordo inferiore delle targhe è di 6,00 m.

d) **fondazione e posa in opera:** La posa della segnaletica verticale dovrà essere eseguita installando sostegni su apposito basamento delle dimensioni minime di 40x40x50 cm. di altezza in conglomerato cementizio dosato a 2,5 q.li di cemento di tipo 325 per metro cubo. Il basamento dovrà essere opportunamente aumentato per i cartelli di maggiori dimensioni, tenendo conto che gli impianti dovranno resistere ad una velocità massima del vento di 150 km/h; 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 alla Direzione dei Lavori e la spesa per lo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati sarà ad esclusivo carico dell'Appaltatore.

e) **certificazioni:** La ditta entro 10 (dieci) giorni dalla data di aggiudicazione provvisoria dovrà presentare la certificazione di conformità del prodotto per segnaletica standard e non standard, completo dell'elenco esaustivo dei segnali certificati, così come espressamente indicato dalle circolari del Ministero LL.PP n. 3652 del 17 giugno 1998 e n. 1344 del 11 marzo 1999, nonché dalla Direttiva Ministeriale del 24 ottobre 2002, pubblicata in G.U. n. 301 del 28 dicembre 2000 - "Direttiva sulla corretta ed uniforme applicazione delle norme del Codice della Strada in materia di segnaletica e criteri per l'installazione e la manutenzione". Per i delineatori di margini dovranno dichiarare le caratteristiche tecnologiche dei materiali usati, nonché il luogo e la descrizione dell'impianto di produzione e la temperatura massima raggiunta dal polimero durante la lavorazione. Sempre entro 10 (dieci) giorni dalla data di aggiudicazione provvisoria, dovrà presentare alla Stazione Appaltante la certificazione dei livelli di qualità delle pellicole rifrangenti, come previsto al paragrafo 1-3 del Disciplinare Tecnico D.M. 31 marzo 1995. La presentazione da parte della Ditta concorrente di documenti incompleti od insufficienti comporterà l'immediata esclusione dall'appalto. Le pellicole retroriflettenti dovranno comunque, risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alla norma europea della serie UNI/EN ISO 9001/2000. Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte, devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla tab. 1 del Disciplinare Tecnico suddetto. Inoltre, mediante controlli specifici da riportare espressamente nelle certificazioni di conformità, dovrà essere comprovato che il marchio di individuazione delle pellicole retroriflettenti sia effettivamente integrato con la struttura interna del materiale, inasportabile e perfettamente visibile anche dopo la prova di invecchiamento accelerato strumentalmente. In mancanza delle predette certificazioni non potrà essere avviata alcuna procedura contrattuale per la fornitura. La Ditta aggiudicataria, entro 10 (dieci) giorni dalla data di aggiudicazione, dovrà consegnare, su richiesta della Stazione Appaltante, campioni di segnali di diversa tipologia, presso l'U.T.C. della stazione appaltante. La fornitura di materiali diversi da quelli campionati costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela degli interessi di questa Amministrazione. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare, campioni di ogni fornitura effettuata. I campioni verranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione dei Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del responsabile della stessa e dell'Impresa nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. Le diverse prove ed analisi da eseguire sui campioni saranno effettuate o prescritte ad esclusivo giudizio della Direzione Lavori; le eventuali spese restano a carico della ditta appaltatrice, dovrà inoltre essere consegnata copia delle prove di carico per la segnaletica standard e non standard.

f) **garanzie:** La ditta aggiudicataria dovrà garantire la perfetta conservazione della segnaletica verticale sia con riferimento alla sua costruzione, sia in relazione ai materiali utilizzati, per tutto il periodo di vita utile del segnale secondo quanto di seguito specificato:

1. Mantenimento dei valori fotometrici delle pellicole di classe 1 entro il 50% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 7 anni in condizioni di normale esposizione all'esterno; mantenimento dei valori fotometrici delle pellicole rifrangenti di classe 2 entro l'80% dei valori minimi prescritti dopo un periodo di 10 anni in condizioni di normale esposizione verticale all'esterno.

2. Le coordinate colorimetriche dovranno essere comprese nelle zone specifiche di ciascun colore per tutto il periodo di vita utile garantito per ciascun tipo di materiale rifrangente.
3. Entro il periodo di vita utile garantito per ciascun tipo di materiale rifrangente non si dovranno avere sulla faccia utile rotture, distacchi od altri inconvenienti della pellicola che possano pregiudicare la funzione del segnale.
4. Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione fra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e sostegni dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale rifrangente.

Saranno pertanto effettuate, a totale cura e spesa della ditta aggiudicataria, la sostituzione ed il ripristino integrale di tutte le forniture che si deteriorino, si alterino o si deformino per difetti di materiali, di lavorazione e di costruzione, entro il periodo di vita utile, come sopra specificato.

22.3 - Delineatori normali di margine stradale

a) caratteristiche tecniche: I delineatori normali di margine stradale dovranno essere costituiti interamente da polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di additivi antinvecchiamento così come prescritto nell'art. 16 della Circolare 20/87 dell'ANAS. La parte nera dovrà essere di polietilene ad alta densità, realizzata mediante pigmentazione in massa con nerofumo ed incorporata nel delineatore di margine in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura. I delineatori normali di margine dovranno essere conformi al tipo Europeo normalizzato - (Circolare Min. LL.PP. n. 1520/81) e alle disposizioni di cui agli artt. 172-173 e 192 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada 16/12/92 n. 495 e successive modificazioni e dovranno avere sezione trapezoidale con spigoli arrotondati e potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm. con il lato minore parallelo all'asse stradale.

I delineatori normali di margine dovranno portare impresso, in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno di fabbricazione, il marchio della Ditta produttrice e il numero della certificazione rilasciata da un laboratorio specializzato riconosciuto; sulla parte bianca, sul lato destro dovrà essere impressa la scritta del Comune. Il materiale impiegato dovrà essere sufficientemente elastico ed avere una elevata esistenza strutturale. La stabilità delle escursioni termiche dovrà essere garantita per una temperatura minima di 25° centigradi ed una massima di +80° centigradi. Inoltre il polimero dovrà resistere agli agenti chimici dei sali antigelo e del gas di scarico degli autoveicoli. Gli elementi rifrangenti devono essere del tipo a prismi esagonali, avere caratteristiche ottiche nel tempo, e fissaggio stabile ad incastro nel supporto. Devono essere realizzati a perfetta tenuta stagna, onde evitare penetrazione di acqua o formazione di condensa alterando i valori di rifrangenza, con la parte posteriore (fondello bianco) in ABS e saldata ad ultrasuoni all'elemento rifrangente. Gli elementi rifrangenti devono essere approvati dal Ministero dei LL.PP. (art.32 del D.P.R. n. 495 del 16 dicembre 1992) comprovando, con certificati rilasciati da laboratori riconosciuti, la conformità dei valori di rifrangenza, la tenuta stagna, l'inalterabilità delle caratteristiche nel tempo (prove di invecchiamento) e determinate coordinate colorimetriche tricromatiche.

b) materiali da impiegare: I delineatori normali di margine devono essere interamente di polietilene ad alta densità.

La parte di colore bianco dovrà presentare un tenore di biossido di titanio (TiO₂) di almeno il 2%, quella di color nero dovrà essere realizzata mediante pigmentazione in massa con nerofumo. I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità) dovranno, così come previsto dell'art. 6 della circolare ANAS 13/84, presentare valori compresi nei limiti seguenti:

23. purezza del polietilene ad alta densità (trattamento dell'ebollizione con tricloroetilene e cede al tricoloetilene meno del 45 del suo peso);
24. indice di fluidità (melt index): $2 \div 0,4$
25. densità : $0,95$
26. carico di rottura (prima e dopo la esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter" secondo le norme ASTM 4257 e D 1499 - 59T)
 - prima: 220 kg/cm²
 - dopo: almeno 85% del valore iniziale.
27. resistenza all'urto del polimero (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti secondo le norme IZOD-ASTM 256-56T):
 - prima: dovrà raggiungere un minimo di 9 kg/cm²;
 - dopo: dovrà raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima delle esposizione.
28. allungamento a rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "WEATHER O METER" secondo le norme ASTM 4257 e D 1499 - 59 T)
 - prima: 35%
 - dopo: almeno 85% dell'allungamento iniziale

I dispositivi rifrangenti saranno realizzati con metacrilato di metile con superficie rifrangente di almeno 60 cm², protetta a perfetta tenuta stagna. Tutte le caratteristiche prescritte dovranno essere mantenute non solo in fase di approvazione del dispositivo rifrangente ma anche in fase di produzione standard. Perché sia garantito il rispetto della normativa è necessario utilizzare materiali di prima scelta, escludendo l'impiego di materiale riciclato e soprattutto realizzare il catadiottro a prismi, piuttosto che con stampi elettroformati, i quali sono soggetti ad usura dopo poche centinaia di pezzi prodotti.

c) prove e controlli del materiale plastico:

A. Prove di resistenza agli agenti chimici (ASTM D 543): La prova sarà effettuata secondo la procedura descritta nella norma ATM D 543. Le componenti plastico-resinose del materiale di cui è costituito il delineatore non dovranno subire sensibili cambiamenti e modificazioni. Le soluzioni aggressive impiegate per l'esecuzione della prova sono:

- Cloruro di sodio al 20%
- Cloruro di calcio al 20%
- Idrossido di ammonio al 10%
- Acido cloridrico al 10%
- Acido solforico al 10%
- Olio minerale
- Benzina

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al delineatore normale di margine in esame sarà effettuato mediante pesata dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra.

B. Controllo sulle caratteristiche del materiale plastico: Dovrà essere controllata in primo luogo la natura del materiale costituente il corpo del delineatore normale di margine e cioè se si tratta di polietilene ad alta densità (HD).

A tale scopo sarà effettuata la prova della dissoluzione in etilene tricloro da parte del polimero in esame.

Resterà accertato che trattasi di polietilene ad alta densità (HD) se la quantità del polimero passata in soluzione è inferiore al 4% e se la quantità di etilene tricloro assorbita risulterà inferiore al 35%. La descrizione degli apparecchi, dei reagenti e delle procedure della prova sono riportati integralmente all'art. 7 della Circolare 13/84 dell'ANAS in cui si fa riferimento.

d) prove e controlli dei catadiottri

A. Controllo della qualità: Il catadiottro dovrà essere assoggettato alla prova di immersione, controllo basato sul procedimento di immergere il catadiottro stesso per cinque minuti in acqua calda a +80° ed immediatamente dopo, per altri cinque minuti in acqua fredda a +10°. Dopo la prova il catadiottro dovrà risultare integro, a perfetta tenuta stagna da controllare mediante pesature di precisione.

B. Omologazione: I catadiottri impiegati dovranno essere omologati presso il Ministero LL.PP. e presentare impresso il relativo numero di omologazione, come previsto dall'art. 192 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R.16 dicembre 1992 n. 495).

C. Valori Minimi di rifrangenza dei catadiottri

- BIANCO 50 mcd/lux cm²
- GIALLO 20 mcd/lux cm²
- ROSSO 50 mcd/lux cm²

Le misurazioni saranno effettuate a 20° di incidenza ed a 20' (1/3 di grado di divergenza) così come previsto all'art. 6 della Circolare ANAS 13/84.

e) dimensioni e forma dei delineatori normali di margine: I delineatori normali di margine dovranno avere sezione trapezoidale con spigoli arrotondati, che deve inscrivere in un rettangolo di 10 x 12 cm., con il lato minore parallelo all'asse stradale. Le dimensioni dovranno essere le seguenti:

- Altezza totale cm 135
- Altezza della parte nera cm 25
- Spessore della parte bianca minimo mm 2.5
- Spessore della parete del delineatore alla posizione della fascia nera incorporata mm 3
- Peso del delineatore normale di margine, non inferiore a kg 1,6
- Peso dell'ancoraggio, non inferiore a kg 0,3

I dispositivi rifrangenti, per la visibilità notturna dei delineatori normali di margine, dovranno essere volti verso le correnti di traffico interessate, con le seguenti modalità previste nell'art. 173 del Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495):

- nelle strade a carreggiata a senso unico nel delineatore di destra deve apparire un solo elemento rifrangente di colore giallo con superficie minima di 60 cm², nel delineatore di sinistra devono apparire due elementi rifrangenti gialli posti in verticale ed opportunamente distanziati fra loro, ciascuno con superficie attiva minima di 30 cm²;
- nelle strade a doppio senso di marcia sul lato destro deve apparire un elemento rifrangente di colore rosso, sul lato sinistro deve apparire un elemento rifrangente di colore bianco; entrambe i rifrangenti devono avere superficie minima di 60 cm².

I catadiottri dovranno essere perfettamente inseriti ad incastro nella tesa del delineatore normale di margine.

f) certificazioni dei materiali per la fabbricazione dei delineatori di margine: I materiali impiegati per la fabbricazione dei delineatori di margine dovranno essere delle migliori qualità in commercio. Entro dieci giorni dalla data di comunicazione dell'esito della gara, la ditta dovrà integrare la dichiarazione cui all'art. 22 con idonea certificazione (in originale o copia autenticata), rilasciata da laboratori riconosciuti, autorizzati o competenti, costituiti da:

1) Certificato d'origine del polimero ad alta densità, rilasciato dalla ditta fornitrice del polimero medesimo contenente i valori standards dei parametri fisici e meccanici e cioè:

- purezza
- indice di fluidità (Melt Index)
- densità
- carico di rottura
- allungamento di rottura

2) Certificato rilasciato dal Laboratorio ufficiale riconosciuto attestante le seguenti caratteristiche del polimero pigmentato costituente il manufatto:

- titolo di pigmento TiO₂ non inferiore al 3% in peso
- indice di fluidità del polimero pigmentato
- densità del polimero pigmentato
- densità del polimero pigmentato
- allungamento a rottura del polimero pigmentato
- resistenza all'urto del polimero pigmentato

3) Certificato di omologazione del catadiottro rilasciato dal Ministero dei LL.PP. come previsto dall'art. 192 del Regolamento di esecuzione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495)

4) Certificato dei valori di rifrangenza dei catadiottri rilasciato da un laboratorio ufficiale.

5) Certificato di qualità attestante la perfetta tenuta stagna del catadiottro.

L'amministrazione si riserva la facoltà di prelevare dalla fornitura, in contraddittorio con la ditta fornitrice, con spese a carico della ditta stessa una campionatura da inviare ad un laboratorio, scelto dall'amministrazione stessa, per l'effettuazione di tutte quelle prove che verranno ritenute necessarie. Qualora dalle analisi o prove fatte eseguire, si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, l'Amministrazione ordinerà alla Ditta fornitrice la sostituzione immediata dell'intera partita di delineatori di margine, con altri aventi le caratteristiche prescritte ed, in caso di mancata ottemperanza all'ordine di sostituzione, l'intera partita sarà rifiutata.

23. Pavimentazioni esterne

23.1 - Pavimentazione in porfido, in trachite o altro materiale lapideo: La posa in opera dei pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi; saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo dell'1.5%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà dispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa. Il miglior sottofondo sarà sempre considerato quello di calcestruzzo che, anche se magro, ripartisce i carichi di sollecitazione; di norma si dovrà prevedere un sottofondo dello spessore soffice di circa 10 cm. eseguito con letto di malta costituito da un impasto di sabbia e cemento Portland in ragione di 3.00 q.li tipo "325" ogni metro cubo di impasto; il sottofondo di macadam dovrà essere convenientemente umidificato, rullato e a cilindratura chiusa. I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione dei Lavori.

a) Cubetti - Nell'esecuzione delle pavimentazioni, l'Ente Appaltante si riserverà la facoltà di impiegare uno dei quattro tipi di cubetti di normale produzione; la scelta del tipo sarà effettuata considerando:

- intensità e natura del traffico;
- destinazione e collocamento ambientale;
- motivazioni architettoniche.

In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico. La pavimentazione di cubetti dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche; la quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a:

cm. 8÷10 per il cubetto tipo	4-6
cm. 11÷13 per il cubetto tipo	6-8
cm. 13÷15 per il cubetto tipo	8-10
cm. 15÷17 per il cubetto tipo	10-12

rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul preconstituito sottofondo uno strato di sabbia o di sabbia premiscelata a secco con cemento (Kg. 10 circa per m²). I cubetti potranno essere posati ad "arco contrastante", a "ventaglio", a "cerchio", o a "coda di pavone"; lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave. Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni

naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare. Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia; la battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno 20 kg. Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connessioni, in modo da chiuderle completamente. L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti. I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano. La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile. La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm. rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 ml. appoggiata longitudinalmente sul manto. Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1,5%; indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti di porfido sarà la sigillatura dei giunti, che si potrà eseguire:

- con semplice sabbia: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe sino a completa chiusura.
- con boiacca cementizia: si prepara un "beverone" in parti uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua e si dovrà stendere lo stesso sul pavimento in modo da penetrare completamente in ogni giuntura; si dovrà lasciar riposare tale boiacca fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pioggia, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione e, infine, procedere alla completa pulizia del pavimento.

b) - Piastrelle regolari - Le piastrelle verranno poste in opera su un sottofondo che sarà quasi esclusivamente in calcestruzzo e che sarà più basso del livello della superficie finita di almeno 10 cm.; sarà necessario infatti che la piastrella - di spessore variante fra i 2 e i 5 cm. - poggi su un letto di malta cementizia per almeno 4÷5 cm. La malta dovrà essere un impasto di sabbia come indicato in precedenza con cemento normale di tipo 325 e il cemento andrà dosato per q.li 2.5 per m3.

Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra circa 1 cm. e ciò anche per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia. Alla fine della giornata di posa si procederà alla sigillatura versando nei giunti una boiacca liquida e ricca di cemento (parti uguali fra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trasbordanti. Quando la boiacca avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura. Le pendenze della pavimentazione in piastrelle, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere di almeno l'1,5% per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche.

Le stesse piastrelle potranno essere posate ai bordi della strada a ridosso dei cordoni a formazione di cunette. Il sistema di posa sarà uguale a quanto detto sopra. Se le cunette saranno sollecitate al traffico automobilistico pesante sarà importante mettere in opera piastrelle di spessore superiore al normale.

c) - Lastre irregolari ad opera incerta - La posa sarà effettuata con gli stessi criteri e lo stesso sistema sopradescritto, tenendo però conto che i bordi irregolari delle lastre non consentono una posa ravvicinata dei singoli elementi.

d) - Cordoni e binderi - Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire - ove necessario - lo scavo per la ricezione dei cordoni ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i cordoni in modo da risultare leggermente incastrati. In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e stillatura dei giunti con boiacca cementizia.

e) - Smolieri - Dovranno essere posti in opera a coltello e per filari di spessori pressoché costante. La posa in opera potrà avvenire su letto di sabbia premiscelata a secco con cemento (q.li 2 per mc. circa) e in filari diritti ortogonali al senso di marcia della strada, oppure a spina di pesce. Si procederà, quindi, alla insabbiatura ed alla battitura con vibratore meccanico in presenza di acqua, e si riempiranno gli interstizi con sabbia miscelata a secco con cemento; si pulirà poi il pavimento per ottenere la perfetta intasatura e si procederà ad un rapido lavaggio a pioggia della superficie.

f) - Altri elementi lapidei - Per tutti gli altri elementi lapidei come gradini, alzate, copertine, sassi da muro, bugnato, soglie, masselli, etc. si osserveranno le regole di posa in opera comuni ad altri tipi di pietre naturali.

g) Riparazioni e ripristini - Per l'esecuzione di riparazioni a vecchie pavimentazioni in pietra (scavi per fognature, tubazioni gas o cavi elettrici, etc.) si procederà:

- al riempimento dello scavo, ma con la necessaria graduale costipazione;
- alla ricostruzione di un sottofondo analogo a quello esistente sul resto del pavimento, meglio ancora se più resistente, per opporsi ad eventuali cedimenti;
- alla rimessa in loco del materiale asportato all'atto dello scavo, previa pulitura dello stesso dalla sabbia o dalla malta che vi sia rimasta attaccata; si sostituiranno i materiali rotti o deteriorati o andati perduti;
- il resto delle operazioni di posa e sigillatura sarà del tutto analogo ad una nuova pavimentazione.

Nel caso di pavimentazioni in cubetti e per ottenere un soddisfacente risultato si dovrà procedere all'ulteriore demolizione del vecchio pavimento ai lati dello scavo, fino alla chiave dei rispettivi archi, ed alla quale si potranno meglio agganciare i nuovi cubetti.

23.2 - Pavimenti in battuto di cemento: Sul massetto di conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa dello spessore di cm. 2 ed un secondo strato di assoluto cemento dello spessore minimo di mm. 2, liscio a cazzuola rovescia o con idonea macchina elicoidale, rigato o rullato secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori. Potrà essere chiesta una idonea spruzzatura di sabbia quarzosa superficiale ed ossidi di vari colori, secondo le prescrizioni dell'elenco prezzi.

23.3 - Pavimenti in maiolica, cottoforte, cotto, grès rosso e fine, klinker, terraglia dolce e forte, monocottura: La posa del materiale dovrà essere conforme alle indicazioni fornite dalle varie case costruttrici, essere conformi alle norme CEN sulla ceramica e alle norme UNI 6872-71 relativamente al grès, prescrizioni che si intendono integralmente trascritte.

23.4 - Acciottolati: I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da 10 a 15 cm., ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da 8 a 10 mm. I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto fra di loro, con la faccia più piana rivolta superiormente, avvertendo di metterli a contatto. A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

23.5 - Selciati: I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento. Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 10 cm. e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo di avere stabilito le guide occorrenti. Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm. e quindi verrà proceduto alla battitura con mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti. Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connessioni. Per assicurare poi meglio il riempimento delle connessioni stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido. Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di 10 cm., di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare

sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

23.6 - Pavimentazioni pedonali - Per quanto attiene ai pavimenti, il D.P.R. n. 503 del 24 luglio '96, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che questi devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdruciolevoli. Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato. Nelle parti comuni dell'edificio, si deve provvedere ad una chiara individuazione dei percorsi, eventualmente mediante una adeguata differenziazione nel materiale e nel colore delle pavimentazioni. I grigliati utilizzati nei calpestii debbono avere maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno, etc.; gli zerbini devono essere incassati e le guide solidamente ancorate; qualora i pavimenti presentino un dislivello, questo non deve superare i 2,5 cm. La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori. I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta. L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti; l'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

a) *Sottofondi*. - Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria. Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore minore di 4 cm. in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione dei Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo in pomice. Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

b) *Pavimenti di laterizi*. - I pavimenti in laterizi, sia con mattoni di piatto che di costa, sia con piastrelle, saranno formati distendendo sopra il massetto uno strato di malta crivellata, sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale, etc. comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le connessioni devono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 3 mm. per i mattoni e le piastrelle non arrotati, e 2 mm. per quelli arrotati.

c) *Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia*. - Tali pavimenti saranno posati sopra un letto di malta cementizia normale, distesa sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessioni. Le connessioni debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 1 mm.

d) *Pavimenti in mattonelle greificate*. - Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra dello spessore di 2 cm., che dovrà essere ben battuto e costipato. Quando il sottofondo avrà preso consistenza si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

e) *Pavimenti in lastre di marmo*. - Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

f) *Pavimenti in getto di cemento*. - Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di 2 cm. ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm., liscio, rigato o rullato, secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori. Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm. disposte a riquadri con lato non superiore a 1 ml. ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato.

Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perché il disegno risulti ben delineato con contorni netti e senza soluzione di continuità. Quando il disegno deve essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di cui sopra. Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in scaglie tra 10 mm. e 25 mm., dovranno essere non gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Asiago o Verona; verde, nero e rosso di Levanto; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, etc.). I cubetti in marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di 15 mm. circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfascie di contorno, in proporzione all'ampiezza dell'ambiente. L'arrotondatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fine, fino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, poi con mole leggera, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con un'ulteriore mano di cera.

g) *Pavimenti a bollettinato*. - Su di un ordinario sottofondo si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di 1,5 cm. sul quale verranno posti a mano pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme atte allo scopo e precedentemente approvati dalla Direzione dei Lavori. Essi saranno disposti in modo da ridurre al minimo gli interspazi di cemento. Su tale strato di pezzami di marmo, sarà gettata una boiacca di cemento colorato, distribuita bene ed abbondantemente sino a rigurgito, in modo che ciascun pezzo di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa; il pavimento sarà poi rullato.

h) *Pavimenti d'asfalto*. - Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg ed avrà lo spessore di 10 cm. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di 4 cm di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietta passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta; nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo. L'asfalto sarà disteso a strati di 2 cm. di spessore ognuno a giunti sfalsati; sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulometria uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

24. Opere in ferro

24.1 - Lavori in ferro o in metallo - Tutte le diverse opere in ferro dovranno essere pulite e raschiate per renderle prive di eventuali particelle di ruggine o di

grasso; esse potranno essere colorite o zincate soltanto dopo che siano state eseguite da parte della Direzione dei Lavori tutte le verifiche e le pesature necessarie. Quando la Direzione dei Lavori lo richieda, le opere in ferro dovranno essere pulite anche con piombaggine. La coloritura si effettuerà prima della posa in opera, con minimo, due mani di minio di piombo o con aggrappante se zincate, e, successivamente con due mani del colore ad olio o smalto. Tutti i colori in parola saranno eseguiti secondo le dimensioni prescritte: nel caso in cui esse risultassero maggiori, non sarà contabilizzato l'eccesso in peso se non con una tolleranza del 4%; restando inteso che verranno rifiutate senz'altro le opere che risultassero di dimensioni inferiori alle ordinate. Anche per i lavori in ferro l'Impresa ha l'obbligo di eseguire i campioni al vero; tali campioni,

una volta ottenuta l'approvazione da parte della Direzione dei Lavori, dovranno servire di modello per la rimanente fornitura, e, alla fine, potranno essere posti a loro volta in opera. Le suggellature per fissare colonne, ringhiere, cancelli e in genere le opere in ferro, saranno fatte, a seconda delle prescrizioni, con cemento, con resine specifiche o con tasselli ad espansione. I guasti che potessero avvenire durante la preparazione dei fori, dovranno essere riparati dall'Appaltatore a tutto suo carico. In particolare si prescrive ancora:

A - I serramenti in ferro (o in altro metallo) di qualsiasi specie, sia pieni che vetrati, saranno costituiti da lamiere, lamierini, cantonali o altri profilati speciali di qualunque specie e dimensione, il tutto con metallo della migliore qualità. Le singole parti saranno unite tra di loro con viti, bulloni, ribattini, saldature, etc., a seconda della loro destinazione e delle disposizioni impartite; saranno forniti dei necessari cardini, bandelle, scontri, serrature, scroccchi, congegni a vite per l'apertura, vetri posti in opera con stucco, coloritura, etc.

B - Le ringhiere saranno anch'esse costituite con ferri delle dimensioni e forme previste nei disegni di dettaglio e, di regola, saranno fissate sul fianco delle strutture portanti.

25. Consolidamento di terre e scarpate

25.1 - Terre armate o rinforzate - Le terre armate potranno essere del tipo:

a) Sistema con elementi a paramento in gabbioni e rete metallica: Per la formazione e posa in opera di strutture di sostegno in terra rinforzata tipo elementi a gabbioni e rete metallica, si utilizzeranno elementi di armatura, contenimento e protezione superficiale del terreno, in rete metallica a doppia torsione in maglia 8x10 e filo di diametro $\approx$ 2,70 mm. interno e $\approx$ 3,70 mm. esterno zincato (UNI 8018) e plasticato secondo le normative internazionali vigenti in materia e in seguito specificate. Gli elementi di rinforzo della terra (gabbione e rete da intercalare al rilevato) saranno provvisti di barre di rinforzo zincate e plasticate (filo di diametro $\approx$ 3,4 mm interno e $\approx$ 4,4 mm. esterno) inserite all'interno della doppia torsione delle maglie e di diaframma centrale realizzato in modo da conferire continuità senza legature, tra paramento esterno ed armature di rinforzo. Si dovrà prevedere un adeguato geosintetico ritentore di fini del tipo leggero, come quello da utilizzare per l'avvolgimento delle trincee drenanti, da utilizzare come interfaccia fra il paramento e il rilevato strutturale. Il riempimento del paramento esterno sarà eseguito con elementi litoidi di adeguato peso specifico, ovvero pari a 2500 Kg/mc., aventi diametro superiore di circa 1÷1,5 volte la dimensione massima della maglia della rete. Le legature tra i vari elementi in rete metallica, saranno effettuate con filo zincato e plasticato secondo le normative internazionali sopra specificate, avente diametro $\approx$ 2,2 mm. interno e $\approx$ 3,20 mm. esterno, o con punti metallici in acciaio inossidabile con diametro $\approx$ 3,00 mm.

b) Terre rinforzate con geogriglie in HDPE: Stabilizzazione di rilevati e pendii mediante manufatti a struttura regolare detti "geogriglie" costituiti da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo. Le geogriglie devono essere costituite da una struttura piana monolitica con una distribuzione regolare di aperture di forma allungata che individuano fili longitudinali e trasversali. I fili longitudinali delle geogriglie devono aver subito un processo di orientamento molecolare per aumentare le caratteristiche meccaniche ed assicurare un'elevata resistenza a lungo termine. Le giunzioni tra i fili longitudinali e trasversali devono essere parte integrante della struttura della geogriglia, e non devono essere ottenute per intreccio o saldatura dei singoli fili. Le geogriglie devono garantire la capacità di assorbimento delle forze di confinamento del terreno.

c) Modalità di posa in opera: Tagliare preventivamente le geogriglie in spezzoni aventi lunghezze in accordo con le prescrizioni di progetto. Posare le geogriglie alle elevazioni previste in strati orizzontali e perpendicolari alla facciata dell'opera. Stendere direttamente sulle geogriglie il materiale previsto per il riempimento e successivamente compattarlo con "pestello o rana vibrante" in prossimità della facciata ed internamente con rullo compattatore. In corrispondenza della facciata dell'opera le geogriglie vanno risolgate e fissate al terreno già compattato, oppure collegate ad elementi di facciata, secondo le modalità previste dal progetto.

25.2 - Consolidamento di scarpate mediante l'impiego di malta di cemento spruzzata: Lo scavo a mano o con mezzi meccanici da eseguire per conformare le scarpate a gradoni sarà valutato e pagato come scavo di sbancamento. La fornitura e posa in opera della rete metallica lungo le superfici dei gradoni sarà valutata a metro quadrato e nel relativo prezzo è compresa la fornitura delle staffe di fissaggio in tondino di ferro. Il trattamento delle superfici dei gradoni con malta di cemento spruzzata sarà valutato a metro quadrato, e nel relativo prezzo è compreso l'onere della bagnatura preliminare delle superfici, nonché quello relativo alla formazione di una cunetta al piede delle pareti subverticali per la raccolta e lo smaltimento delle acque. Il trattamento delle superfici orizzontali dei gradoni verrà valutato a metro quadrato e per la sua contabilizzazione sarà applicato il prezzo relativo al rivestimento di scarpate mediante piantagioni.

25.3 - Mantellate in lastre: Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{ck} > 25$ MPa, in elementi di dimensioni di 50x25x5 cm.; la superficie in vista delle lastre dovrà risultare perfettamente piana e liscia; i bordi dovranno essere sagomati in modo da formare un giunto aperto su tutto il perimetro. Si procederà preliminarmente alla regolarizzazione del piano di posa che dovrà essere accuratamente costipato e livellato, anche con apporto di sabbia; la posa in opera delle lastre dovrà procedere dal basso verso l'alto avendo cura di ottenere fughe longitudinali e trasversali ben allineate, con giunti aperti verso l'alto, all'interno dei quali sarà posta l'armatura metallica costituita da barre del diametro $\approx$ 6 mm. in acciaio del tipo Fe B 32K, annegate nella malta di sigillatura dosata a 500 kg/m³ di cemento. La sigillatura dei giunti dovrà essere preceduta da abbondante bagnatura; la malta dovrà essere lasciata a cazzuola così da dare continuità alla superficie; durante i primi giorni la mantellata dovrà essere bagnata e se necessario ricoperta con stuoie. I giunti di dilatazione dovranno essere realizzati ogni 4-5 ml., trasversalmente all'asse della mantellata; dovranno essere intasati con materiale bituminoso di appropriata caratteristiche, tale da aderire alle lastre e di non colare; in corrispondenza dei giunti di dilatazione dovrà essere interrotta la continuità dell'armatura metallica.

25.4 - Mantellate a grigliato articolato: Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato avente $R_{ck} > 30$ MPa, armato con tondini di acciaio Fe B 32K del diametro non inferiore a $\approx$ 6 mm.; gli elementi avranno superficie di circa 0,25 m² e dovranno essere muniti di naselli ad incastro a coda di rondine per ottenere una mantellata continua ma articolata, in grado di seguire eventuali assestamenti della superficie di posa. Ciascun elemento avrà spessore di 9-10 cm. e peso di 30-35 kg; dovrà presentare cavità a tutto spessore per circa il 35÷40 % della sua superficie. Potranno essere richiesti elementi speciali provvisti di armatura rinforzata in corrispondenza degli incastri, da utilizzare dove siano prevedibili sforzi di trazione più accentuati. In corrispondenza di superfici coniche dovranno essere forniti elementi di speciale sagomatura. La posa in opera dovrà comprendere la regolarizzazione e costipamento del piano di posa, il riempimento della cavità con terra vegetale, la semina con idoneo miscuglio di erbe da prato perenni.

25.5 - Rivestimento con rete metallica: Il rivestimento sarà realizzato mediante posa di rete metallica, del peso non inferiore a 1,40 kg/m², formata con filo di ferro zincato del diametro $\approx$ 3 mm., a maglie esagonali a doppia torsione con fissaggio alle pareti mediante barre di acciaio $\approx$ 12 mm. ad aderenza migliorata del tipo Fe B 44K in numero di almeno una ogni 4 metri quadrati, lunghe fino a 2 ml., ancorate in fori del diametro $\approx$ 2" con malta cementizia.

25.6 - Rivestimento mediante impiego di malta di cemento spruzzata: Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11 marzo 1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988). Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata. Si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni la cui profilatura sarà definita dagli elaborati di progetto. I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi; al piede del gradone, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche. Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di 51 mm. composta di filo n. 4 a doppia torsione. Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di $\approx$ 10 mm. e la lunghezza non inferiore a 40 cm., preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interesse non superiore a 50 cm. Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si

procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, le cui caratteristiche dovranno essere definite in sede di progetto; in assenza di questo si potrà fare riferimento ad una malta a kg. 400 di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano; lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a 3 cm. Durante la stesa della rete metallica l'Impresa dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro ϕ 4 o ϕ 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori. Così consolidate le pareti subverticali si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a 10 cm., e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali. L'Impresa avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite. Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Impresa dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

25.7 - Consolidamento di terreni mediante iniezione di sostanze coesive: Le operazioni, eseguite sia all'aperto sia in sotterraneo e relative alle seguenti categorie: perforazione del terreno da consolidare, fornitura e posa in opera dei tubi per iniezioni, in acciaio oppure in plastica, verranno valutate e contabilizzate ciascuna con il relativo prezzo di elenco. Le iniezioni eseguite con miscela di cemento ed acqua verranno valutate e pagate per 100 Kg. di cemento iniettato e in base al peso a secco risultante da apposito verbale; quelle eseguite con miscela di acqua-cemento e bentonite verranno valutate e pagate per 100 Kg. di miscela secca cemento-bentonite. Per quanto riguarda la contabilizzazione delle iniezioni di sostanze chimiche si precisa che essa verrà effettuata sulla base del peso dei soli ingredienti chimici principali (ad es. silicato di sodio più acetato di etile) che intervengono nella miscela. A tal fine, il materiale di cui trattasi verrà pesato redigendo appositi verbali, col sistema della tara su pesa pubblica prima dell'arrivo in cantiere, con distacco di apposito talloncino. A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà attrezzare apposita pesa, da tenere sotto il controllo dell'Ufficio Metrico, nei pressi del cantiere. Inoltre, l'Impresa si obbliga a consegnare l'originale della bolletta di accompagnamento del materiale al personale all'uopo incaricato dalla Direzione dei Lavori, nonché copia della corrispondente fattura quando sarà emessa.

25.8 - Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting): Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante miscelazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi). Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disaggregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione. Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc.). Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici. L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riproforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

25.9 - Iniezioni: Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro. Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà reologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento. I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

I trattamenti possono definirsi di:

- impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;
- ricompressione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).

Le miscele di iniezione consistono in:

- sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);
- soluzioni pure inorganiche, costituite da soluzioni acquose di silice pura con impiego di reagenti inorganici.

In relazione alla penetrabilità ed alla stabilità le sospensioni cementizie si definiscono:

- miscele cementizie instabili, costituite da miscele binarie, nelle quali la fase solida tende a sedimentare con rilevante cessione di acqua libera (bleeding);
- miscele cementizie stabili, costituite da miscele ternarie (acqua-cemento-bentonite) o da miscele binarie corrette con additivi disperdenti e stabilizzanti;
- miscele con cementi microfini, costituite da miscele binarie, con impiego di cementi macinati e additivati.

26. Barriere e parapetti

26.1 - Barriere di sicurezza: Per le barriere stradali di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- D.M. LL.PP. dell'11 giugno 1999, n. 223, "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza";
- 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.

Le barriere stradali di sicurezza dovranno essere attuate con dispositivi che abbiano conseguito il certificato di idoneità tecnica, ovvero l'omologazione. Le barriere di sicurezza in acciaio verranno installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede o delle autostrade secondo le disposizioni che impartirà la Direzione dei Lavori. I parapetti metallici verranno installati in corrispondenza dei bordi dei manufatti. La Direzione dei Lavori potrà ordinare tutti gli accorgimenti esecutivi per assicurare un'adeguata collocazione dei sostegni in terreni di scarsa consistenza prevedendone anche l'infittimento locale. In casi speciali, con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno per mezzo di un basamento in calcestruzzo. Le caratteristiche dimensionali e la resistenza dei calcestruzzi saranno determinate dall'Appaltatore e sottoposte all'approvazione della Direzione dei Lavori. Le strutture da collocare nell'aiuola spartitraffico saranno costituite da una o due file di barriere ancorate ai sostegni. Restano ferme per tali barriere tutte le caratteristiche fissate per le barriere laterali, con l'avvertenza di adottare particolare cura per i pezzi terminali di chiusura e di collegamento delle due fasce. Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre fasce dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti del tipo omologato aventi area non inferiore a 50 cm², disposti in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale. Le barriere da collocarsi lungo la sede stradale dovranno possedere le caratteristiche prestazionali di cui al D.M. LL.PP.

dell'11 giugno 1999, in aggiornamento al D.M. n. 223 del 18 febbraio 1992, D.M. LL.PP. del 3 giugno 98, nonché alla Circolare Ministero LL.PP. n.2337/87, alla Circolare ANAS - Direzione Centrale Tecnica - 52/92 ed alla Circolare Ministero LL.PP. n. 2595/95.

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, etc.;
- barriere per punti singolari quali zone di approccio opere d'arte, ostacoli fissi e simili.

Le barriere, nel caso di nuovo impianto, o comunque significativi interventi, dovranno avere caratteristiche di resistenza almeno pari a quelle richieste dal D.M. LL.PP. 11.06.1999, D.M. LL.PP. del 3.06.98 tabella A) per il tipo di strada, di traffico, ubicazione della barriera stessa. Le caratteristiche predette saranno verificate dalla Direzione dei Lavori sulla base dei "Certificati di omologazione" esibiti dall'Appaltatore ed ottenuti in base ai disposti del D.M. del 11.06.1999, del D.M. del 3/6/98, ovvero, nel caso di non avvenuta omologazione e/o nelle more del rilascio di essa l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione dei Lavori un'ideale documentazione dalla quale risulti che ognuna delle strutture da impiegare nel lavoro ha superato con esito positivo, le prove dal vero (crash test) effettuate secondo le procedure fissate dai citati DD.MM. Le prove dovranno essere state effettuate presso i campi prove autorizzati come da Circolare del Ministero LL.PP. del 06.04.2000. La predetta documentazione dovrà essere consegnata alla Direzione dei Lavori all'atto della consegna dei lavori. I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti di seguito prefissati:

- a) materiali metallici in genere: saranno esenti da scorie, soffiature e da qualsiasi altro difetto; gli acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14.02.1992 in applicazione dell'art.21 della legge 05/11/1971 n. 1086; tutti gli elementi metallici costituenti la barriera devono essere in acciaio di qualità non inferiore a S235JR secondo EN 10025, la bulloneria secondo la norma UNI 3740, il tutto zincato a caldo nel rispetto della norma UNI EN ISO 1461. Nel caso di forniture di barriere di sicurezza corredate da certificazioni di prove dal vero, la classe della bulloneria e le caratteristiche dimensionali di tutti i singoli componenti saranno quelle indicate nei disegni allegati ai certificati medesimi.
- b) barriere metalliche: avranno i seguenti requisiti:
 1. acciaio impiegato: Le qualità da utilizzare dovranno essere conformi a quelle previste dai certificati di omologazione o dai rapporti di prove di urto al vero, sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche sia per quelle chimiche. L'acciaio dovrà inoltre essere zincabile;
 2. tolleranze di spessore: Le tolleranze di spessore ammesse sono quelle della norma EN 10051/91;
 3. collaudi e documenti tecnici: La qualità delle materie prime deve essere certificata dai relativi Produttori o da Enti o Laboratori Ufficiali di cui all'Art.20 L. 1086/71 o autorizzati con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici. Tutte le barriere dovranno essere identificabili con il nome del produttore. Se omologate, dovranno riportare la classe di appartenenza e la sigla di omologazione, nel tipo e numero progressivo.

La classificazione delle barriere e dei dispositivi di ritenuta speciali, in relazione al "livello di contenimento", risulta essere la seguente:

Classe	Contenimento
N1	Minimo (Lc = 44 kJ)
N2	Medio (Lc = 82 kJ)
H1	Normale (Lc = 127 kJ)
H2	Elevato (Lc = 288 kJ)
H3	Elevatissimo (Lc = 463 kJ)
H4	Ad altissimo rischio (Lc = 572 kJ)

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, con la dicitura: "... o equivalente alla classe ...", 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.

Tipo di strada	Spartitraffico	Traffico	Bordo laterale	Bordo Ponte
Autostrada (A) e strade extraurbane principali (B)	I	H2	H1	H2
	II	H3	H2	H3
	III	H3-H4	H2-H3	H4
Strada extraurbana secondaria (C) e strada urbana di scorrimento (D)	I	H1	N2	H2
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H3
Strada urbana di quartiere (E) e strade locali (F)	I	N2	N1	H2
	II	H1	N1	H2
	III	H1	H1	H2

A) 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.

1. BARRIERE DI SICUREZZA A DOPPIA ONDA: La barriera è costituita da una serie di sostegni in profilato metallico, da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a doppia onda, con l'interposizione di opportuni elementi distanziatori o travi di ripartizione. Le fasce saranno costituite da nastri metallici di lunghezza compresa tra 3,00 e 4,00 ml. muniti, all'estremità, di una serie di 9 fori per assicurare l'unione al nastro successivo e al sostegno, aventi spessore minimo di 3 mm., altezza effettiva 300 mm., sviluppo non inferiore a 475 mm. e modulo di resistenza non inferiore a 25 cm³. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per 32 cm., eseguita in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue. I montanti metallici dovranno avere caratteristiche dimensionali e forme indicate nelle relative certificazioni. I sostegni verticali potranno essere collegati, nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore secondo i vari modelli di barriere certificate. I distanziatori saranno interposti tra le fasce ed i montanti pre-vedendone il collegamento tramite bulloneria. Tali sistemi di unione sono costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copriassola antisfilamento. I sistemi di unione delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti verticali ed orizzontali. Ogni tratto sarà completato con i relativi terminali, opportunamente sagomati, in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

2. BARRIERE DI SICUREZZA A TRIPLA ONDA: La barriera metallica stradale di sicurezza a tre nervature, a dissipazione controllata di energia, sarà costituita da una o più fasce orizzontali metalliche sagomate a tripla onda fissate ad una serie di sostegni in profilati metallici. Le fasce metalliche avranno un profilo a tre nervature con sviluppo circa di 749 mm. e altezza di 508 mm., larghezza di 82,5 mm. e spessore 2,5 mm. oppure 3,0 mm. Dovranno essere forate ad interasse di 1500 mm. e 2250 mm. o 1333 mm. e 2000 mm. Dovranno essere fissate ai sostegni in modo che il loro bordo superiore si trovi all'altezza indicata nei certificati di prova al vero (crash test). Devono essere previsti elementi strutturali diversi come travi superiori cave, diagonali interne nel rispetto delle configurazioni e caratteristiche indicate nei documenti e disegni di cui ai certificati di prova (crash test). In particolare le diagonali devono rimanere completamente interne alla sagoma di ingombro

trasversale tra fascia e fascia nel caso di barriere spartitraffico e tra fascia e tenditore posteriore nel caso di barriere singole. Le giunzioni fra le fasce hanno una sovrapposizione di 320 mm. in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue; la congiunzione tra fasce è realizzata mediante 12 bulloni, più due bulloni di unione tra fascia e distanziatore. I montanti metallici avranno caratteristiche dimensionali e forme come indicato nelle relative certificazioni. Tra la fascia metallica ed i montanti saranno interposti elementi distanziatori, dissipatori di energia ed elementi di sganciamento. I sostegni saranno collegati posteriormente da un tenditore; i sistemi di unione delle fasce ai sostegni debbono consentire la ripresa dell'allineamento sia durante la posa in opera sia in caso di cedimenti del terreno, consentendo limitati movimenti di regolazione verticale ed orizzontale. Il distanziatore si unirà all'elemento di sganciamento ed al sostegno verticale tramite due bulloni. I sistemi di unione (bulloni e copriasola) hanno la funzione di impedire che, per effetto di allargamento dei fori possa verificarsi lo sfilamento delle fasce, saranno costituiti da bulloneria a testa tonda e piastrina copriasola antisfilamento. I sostegni verticali saranno collegati nella parte inferiore, da uno o più correnti ferma ruota realizzati in profilo presso piegato di idonee sezioni e di conveniente spessore. Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360, zincati a caldo con una quantità di zinco non inferiore a 300 gr/m² per ciascuna faccia e nel rispetto della normativa UNI 5744/66, ed avere le seguenti caratteristiche minime:

- nastro: spessore minimo 3 mm., profilo a doppia onda, altezza effettiva non inferiore a 300 mm., sviluppo non inferiore a 475 mm., modulo di resistenza non inferiore a 25 kg/cm³;
- paletti di sostegno: se metallici devono avere profilo a "C" di dimensioni non inferiori a 80x120x80 mm., spessore non inferiore a 5 mm., lunghezza non inferiore a 1,65 ml. per le barriere centrali e 1,85 ml. per quelle laterali;
- distanziatori: altezza 30 cm., profondità non inferiore a 15 cm., spessore minimo 2,5 mm.;
- bulloneria: a testa tonda ed alta resistenza;
- piastrina: copriasola antisfilamento di dimensioni 45x100 mm. e spessore 4 mm.

Dovranno essere inoltre adottate le seguenti modalità di posa:

- la barriera dovrà essere posta in opera in modo che il suo bordo superiore si trovi ad una altezza non inferiore a 70 cm. dal piano viabile;
- i paletti dovranno essere posti ad una distanza reciproca non superiore a 3,60 ml. ed infissi, con battipalo, in terreno di normale portanza, per una lunghezza non inferiore a 0,95 ml. per le barriere centrali e 1,20 ml. per quelle laterali.

La Direzione dei Lavori potrà ordinare una maggiore profondità od altri accorgimenti esecutivi per assicurare un adeguato ancoraggio del sostegno in terreni di scarsa consistenza, come pure potrà variare l'interasse dei sostegni. In casi speciali, quali zone rocciose od altro, su richiesta dell'Impresa e con l'approvazione della Direzione dei Lavori, i sostegni potranno essere ancorati al terreno a mezzo di basamento in calcestruzzo di classe 250 e delle dimensioni fissate dalla Direzione dei Lavori. Le giunzioni, che dovranno avere il loro asse in corrispondenza dei sostegni, devono essere ottenute con sovrapposizione di due nastri per non meno di 25 cm., effettuata in modo che, nel senso di marcia dei veicoli, la fascia che precede sia sovrapposta a quella che segue. Il collegamento delle fasce tra loro e i loro sostegni deve assicurare, per quanto possibile, il funzionamento della barriera a trave continua ed i bulloni ed i sistemi di attacco devono impedire che, per effetto dell'allargamento dei fori da parte dei bulloni, possa verificarsi lo stiramento delle fasce.

I sistemi di collegamento delle fasce ai sostegni dovranno consentire la installazione delle barriere lungo curve di raggio non inferiore a ml. 50,00 senza ricorrere a pezzi o sagomature speciali. Ogni tratto sarà completato da pezzi speciali curvi opportunamente sagomati in materiale del tutto analogo a quello usato per le fasce.

INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE SU RILEVATO: Lo scarico degli elementi della barriera stradale dagli automezzi di trasporto potrà avvenire o con una gru installata sul camion o per mezzo di elevatori muniti di forche, nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza. Per lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e riparare il personale dal flusso degli automezzi, sempre nel rispetto delle norme di sicurezza. Il personale dovrà essere munito del previsto equipaggiamento quale scarpe, guanti ed - in particolari casi - di casco, cinture di sicurezza, e quanto altro previsto dal sito specifico e dalle norme vigenti in materia di sicurezza.

La sequenza delle operazioni di installazione seguirà, normalmente, le seguenti fasi:

- fissare nel terreno, alle estremità del tratto interessato, due capicorda di riferimento che, una volta collegati, servono per l'allineamento dei paletti e dei nastri;
- distribuire i nastri sul terreno lungo il tracciato tenendo presente il senso di marcia del traffico; si precisa che le sovrapposizioni dei nastri e dei
- correnti, una volta installati, debbono essere concordi al senso di marcia in modo che le sporgenze non siano rivolte verso il traffico che sopraggiunge;
- posare i pali sul terreno in corrispondenza della foratura dei nastri, perpendicolarmente ai nastri stessi e secondo l'interasse richiesto dal progetto. I pali vengono successivamente sollevati verticalmente ed infissi nel terreno, che deve essere di classe A1 secondo CNR UNI 10006, generalmente con l'utilizzo di un battipalo meccanico. Durante tale operazione occorre controllare l'allineamento e la quota dei pali, la distanza tra i pali, la verticalità degli stessi e la loro distanza dalla scarpata secondo le misure e le tolleranze previste nel disegno di riferimento.
- unire insieme il primo dissipatore di energia, il distanziatore ed il dispositivo di sganciamento; assemblare poi questo gruppo sulla estremità superiore del paletto di sostegno con i due appositi bulloni;
- assemblare le diagonali interne secondo lo schema riportato nel disegno;
- assemblare i nastri, precedentemente disposti sul terreno, ai dissipatori di energia e fra loro, utilizzando i bulloni previsti e le piastrine antisfilamento;
- assemblare sul palo i supporti del corrente inferiore;
- assemblare i correnti inferiori ai supporti e fra loro;
- bloccare definitivamente, a mezzo di avvitatori pneumatici tarati, tutta la bulloneria previo controllo di tutte le quote e dell'allineamento dei nastri.

L'installazione deve avvenire sempre sotto la sorveglianza di un tecnico specializzato e nel pieno rispetto delle norme di sicurezza applicabili.

INSTALLAZIONE DELLE BARRIERE SU MANUFATTO: Lo scarico degli elementi della barriera stradale dagli automezzi di trasporto potrà avvenire o con una gru installata sul camion o per mezzo di elevatori muniti di forche, nel rispetto delle vigenti norme di sicurezza. Per lavori di installazione in presenza di traffico occorrerà predisporre la segnaletica stradale necessaria al fine di deviare il traffico stesso e riparare il personale dal flusso degli automezzi, sempre nel rispetto delle norme di sicurezza. Il personale dovrà essere munito del previsto equipaggiamento quale scarpe, guanti ed - in particolari casi - di casco, cinture di sicurezza, e quanto altro previsto dal sito specifico e dalle norme vigenti in materia di sicurezza.

La sequenza delle operazioni di installazione seguirà, normalmente, le seguenti fasi:

- fissare al suolo, alle estremità del tratto interessato, due capicorda di riferimento che, una volta collegati, servono per l'allineamento dei paletti e dei nastri; distribuire i nastri al suolo lungo il tracciato tenendo presente il senso di marcia (si precisa che le sovrapposizioni dei nastri e dei correnti inferiori, una volta installati, dovranno essere concordi al senso di marcia in modo che le sporgenze non siano rivolte verso il traffico che sopraggiunge);
- disporre i pali vengono sul cordolo in corrispondenza della foratura dei nastri, perpendicolarmente ai nastri stessi e secondo l'interasse richiesto dal progetto; i pali con piastra forata di base vengono successivamente sollevati verticalmente ed assemblati al

cordolo di fondazione tramite le barre filettate di ancoraggio e queste devono essere già presenti nel cordolo con l'interasse previsto dal progetto.

Durante tale operazione si dovrà controllare l'allineamento e la quota dei pali, la distanza tra i pali e la verticalità degli stessi, secondo le misure e le tolleranze previste.

- assemblare il distanziatore ad "U" alla estremità superiore del palo;
- assemblare le travi superiori ai distanziatori ad "U";
- assemblare le travi superiori tra loro mediante i manicotti di collegamento; assemblare le diagonali interne;
- assemblare il piatto sagomato 70x5;
- avvitare sul palo l'elemento denominato distanziatore 3n; a questo deve essere già stato assemblato il dispositivo di sganciamento ed il dissipatore di energia;
- raccogliere i nastri, precedentemente disposti sul terreno, ed avvitarli al dissipatore d'energia e fra loro utilizzando i bulloni e le piastrine antisfilamento; assemblare sul palo i supporti del corrente inferiore;
- assemblare i correnti inferiori ai supporti e fra loro; bloccare definitivamente, a mezzo di avvitatori pneumatici tarati, tutta la bulloneria previo controllo di tutte le quote e dell'allineamento dei nastri;

Controllo che siano rispettate tutte le norme di sicurezza applicabili.

B) PARAPETTI IN ACCIAIO: I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere prima descritte, e cioè da una serie di sostegni in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a 1,00 ml. dal piano della pavimentazione finita. I sostegni per parapetti saranno in profilati 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; l'interasse dei sostegni è indicato nella corrispondente voce di elenco prezzi. La Direzione dei Lavori si riserva comunque di fornire, per ogni singolo manufatto, un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto cui l'Impresa dovrà attenersi. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con malta cementizia. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni già indicate per le barriere, così pure il ripristino delle superfici manomesse. La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita anche se l'interasse di sostegno risulterà inferiore. Il corrimano in tubolare metallico, delle dimensioni esterne non inferiori a 45 mm. e spessore non inferiore a 2,40 mm., sarà fissato allo stesso sostegno della fascia. Tutte le parti metalliche, sia delle barriere che dei parapetti, dovranno essere assoggettate alla zincatura mediante il procedimento a bande. I quantitativi minimi di zinco saranno di gr. 300/m² 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) dovrà essere eseguita l'installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50,00 cm², in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

C) PROVE STATICHE SULLE BARRIERE: Tutti i campioni, da sottoporre alle prove di seguito descritte, dovranno essere approntati secondo le modalità contenute nella Circolare n. 54 del 12 gennaio 1967 della Direzione Generale dell'A.N.A.S. - Centro Sperimentale Stradale. Dalle prove suddette dovrà risultare quanto segue:

a) La fascia dovrà resistere in ogni sezione, sia nel tratto continuo che in corrispondenza di una giunzione fra due successivi pezzi di fascia, ad uno sforzo di trazione di 40 tonnellate.

La fascia semplicemente appoggiata, con interasse degli appoggi uguale a ml. 3,66, con la faccia esposta al traffico rivolta in alto e caricata al centro a mezzo di massello di legno duro piano, avente l'altezza della fascia e la larghezza di 10 cm., deve presentare le seguenti frecce sotto i carichi appresso indicati:

- freccia massima totale di cm. 5 sotto il carico di Kg. 900;
- freccia massima totale di cm. 9 per un carico di Kg. 1.300.

I predetti valori dovranno essere riscontrati sia per un pezzo intero della fascia sia per due pezzi di fascia aventi un giunto al centro. La fascia dovrà essere verificata anche con la faccia esposta al traffico rivolta in basso con le modalità di cui sopra e dovrà presentare le frecce massime precedentemente indicate, ma con carichi ridotti del 50%.

b) Il sostegno incastrato al piede ed assoggettato ad una forza orizzontale applicata all'altezza dell'asse della fascia, dovrà presentare le seguenti frecce:

- freccia massima totale di 9 cm. con una forza di 3.500 Kg. orizzontale normale all'asse della carreggiata;
- freccia massima totale di 9 cm. con una forza di 2.500Kg. orizzontale parallela all'asse della carreggiata.

c) Il collegamento fra la fascia ed il sostegno dovrà resistere senza rompersi ad una forza di 2.500 Kg. applicata in qualunque direzione. Per il distanziatore è ammessa una deformazione massima totale di 4 cm. sotto un carico di 3.500 Kg. applicato nella direzione normale alla fascia; deformazione e carico sono rispettivamente misurati ed applicati in corrispondenza dell'asse della fascia. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di richiedere qualunque altro elemento o prova che ritenesse necessario per meglio individuare il funzionamento della barriera, nonché la facoltà di sottoporre i materiali a qualsiasi altra prova presso Laboratori ufficiali. Nel caso che i materiali non dessero, alle prove, i requisiti richiesti, l'Impresa sarà tenuta ad allontanare i materiali approvvigionati ed eventualmente posti in opera sostituendoli con altri aventi i requisiti fissati dalle presenti Norme Tecniche. Nulla spetterà all'Impresa per gli oneri sostenuti al riguardo.

26.2 - Barriere di sicurezza tipo "New Jersey": Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" stradali potranno essere installate lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia sede a protezione di specifiche zone. Dette barriere saranno realizzate secondo le caratteristiche tecniche costruttive e le modalità previste dal progetto esecutivo e preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori. Inoltre saranno fornite e messe in opera dall'Impresa, sotto le direttive e le disposizioni che impartirà la Direzione dei Lavori, dopo l'approvazione del progetto stesso, redatto a carico dell'Impresa. Al fine di elevare il livello di servizio delle strade ed autostrade statali e la qualità delle pertinenze stradali, di garantire le migliori condizioni di sicurezza per gli utenti della strada e per i terzi, di assicurare le protezioni delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedirne la fuoriuscita dei veicoli, dette barriere stradali di sicurezza dovranno essere progettate e realizzate a norma delle seguenti disposizioni ed istruzioni:

1. Decreto del Ministero LL.PP. in data 15-10-1996, che aggiorna il D.M. 18-2-1992, n. 223;
2. Circolare. Ministero LL.PP. n. 2595 del 9-06-1995,
3. Circolare. Ministero LL.PP. n. 2357 del 16-5-1996,
4. Circolare. Ministero LL.PP. n. 4622 del 15-10-1996,
5. Circolare Ente ANAS n. 748 del 26-7-1996.
6. D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996;
7. Decreto del Ministero LL.PP. in data 03-06-1998;
8. Decreto del Ministero LL.PP. in data 11-06-1999;
9. Circolare Ministero LL.PP. del 06-04-2000.
10. Decreto ministeriale 2 agosto 2001 ;
11. Decreto ministeriale 23 dicembre 2002, n. 3639;
12. Decreto ministeriale 21 giugno 2004.

Nel caso di "barriere di sicurezza" da installare su ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.), le stesse dovranno soddisfare oltre che alle disposizioni tecniche sopra elencate anche alle norme previste dal D.M. del Ministero dei LL.PP. 4

maggio 1990, punto 3.11 "Azioni sui parapetti. Urto di veicoli in svio", e dovranno appartenere alla classe "H4a,b" (ex B3). Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" devono assicurare, sia l'invalidabilità e sia il "contenimento" dei veicoli collidenti sulla barriera (e tendenti alla fuoriuscita dalla carreggiata stradale) nelle migliori condizioni di sicurezza possibile. Le barriere di sicurezza tipo "New Jersey" in conglomerato cementizio avranno la sezione indicata nella relativa voce di Elenco e saranno realizzate in conglomerato cementizio, anche debolmente armato, di adeguata composizione e resistenza o in elementi prefabbricati, ovvero con il metodo della estrusione gettati in opera. Per quanto riguarda il profilo delle barriere "New Jersey" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed, in particolare, i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

Saranno fornite e messe in opera dall'Impresa secondo le indicazioni e le caratteristiche tecniche costruttive previste dal progetto esecutivo e previo le disposizioni che impartirà in proposito la Direzione dei Lavori. L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori lo studio preliminare della composizione del conglomerato cementizio e della eventuale armatura, da effettuarsi presso Laboratori Ufficiali, in base alla natura ed alla granulometria dei materiali da impiegare, fornendo adeguata giustificazione della proposta. Il calcestruzzo, comunque, dovrà presentare un valore della resistenza a compressione (Rck) non inferiore a 30 N/mm². Sono a carico dell'impresa tutti gli oneri per ogni rifinitura e per la predisposizione delle zone di approccio alla barriera, salvo la posa in opera delle barriere che sarà pagata con l'apposito prezzo di elenco. In corrispondenza dei giunti degli elementi prefabbricati, nonché degli alloggiamenti per il fissaggio su opere d'arte, cordoli o simili, dovranno essere eliminate eventuali discontinuità mediante installazione di elementi durevoli, atti a realizzare la continuità della superficie e capaci di resistere alle sollecitazioni dovute al rotolamento dei pneumatici, in caso di fuoriuscita di veicoli, anche pesanti, dalla carreggiata stradale. Per quanto riguarda il profilo delle barriere "New Jersey" dovrà essere rispettata la sezione tipo prevista dal progetto ed in particolare i segmenti rettilinei del profilo stesso dovranno essere raccordati tra di loro con tratti curvilinei di raggio prefissato.

26.3 - Parapetti metallici: I parapetti da installare in corrispondenza dei manufatti saranno costituiti in maniera del tutto analoga alle barriere avanti descritte, e cioè da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, da una fascia orizzontale metallica, fissata ai sostegni a mezzo di distanziatori, e da un corrimano in tubolare metallico posto ad altezza non inferiore a 1 ml. dal piano della pavimentazione finita. I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, etc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. del LL.PP. 4 maggio 1990 - punto 3.11 e successive modifiche. I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996, mentre per altri tipi di acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali comunque richiamate dal predetto D.M. 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. L'interasse dei sostegni è indicato nella corrispondente voce di Elenco. Per ogni singolo manufatto, si dovrà fornire in progetto un grafico dal quale risulti lo schema di montaggio del parapetto. I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Impresa, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori. I fori dovranno essere eseguiti secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate dalla Direzione dei Lavori altrettanto pure il ripristino delle superfici manomesse. La fascia dovrà essere uguale a quella impiegata per la barriera, ed essere posta in opera alla stessa altezza di quest'ultima dal piano della pavimentazione finita, anche se l'interasse dei sostegni risulterà inferiore.

Il corrimano, in tubolare metallico delle dimensioni esterne non inferiore a 45 mm. e spessore non inferiore a 2,4 mm., sarà fissato allo stesso sostegno della fascia. Tutte le parti metalliche dei parapetti dovranno essere in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360 ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno. I quantitativi minimi di zinco saranno di 300 grammi per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme ASTM n. A 90/53 ed UNI 5744/66. Ad interasse non superiore a quello corrispondente a tre elementi (in media ogni quattro sostegni) dovrà essere eseguita la installazione di dispositivi rifrangenti, i quali avranno area non inferiore a 50 centimetri quadrati, in modo che le loro superfici risultino pressoché normali all'asse stradale.

27. Giunti e ammortizzatori

27.1 - Giunti di dilatazione: A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. L'Impresa sarà tenuta a fornire, insieme col progetto esecutivo dell'opera d'arte all'esame della Direzione dei Lavori, i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto. Tali dati dovranno risultare tenendo conto del calcolo delle deformazioni previste per la struttura, delle deformazioni viscosi, del ritiro dei calcestruzzi, delle variazioni termiche, dei carichi accidentali, etc. I giunti dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M. del Ministero dei LL.PP. in data 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 34233 del 25-2-1991. Sulla base di tali dati la Direzione dei Lavori si riserva di provvedere direttamente alla fornitura e posa in opera dei giunti di dilatazione per impalcati di opere d'arte. Restano a carico dell'Impresa gli oneri di assistenza alla posa in opera, tra i quali in particolare vengono espressamente indicati le seguenti operazioni:

- magazzino e guardiana degli apparecchi fino al loro fissaggio definitivo;
- trasporto in cantiere fino alla posizione di montaggio;
- tutte le predisposizioni necessarie per consentire il collegamento fra gli apparecchi di giunto e le strutture, quali in particolare:
 1. l'adattamento dei casseri;
 2. la cavità da predisporre nelle strutture per l'ancoraggio di zanche e tirafondi, anche con la predisposizione di armature in attesa;
 3. la posa in opera di profilati metallici ed altri manufatti annegati nel calcestruzzo, con le relative zanche di ancoraggio;
- qualora la Direzione dei Lavori ritenga, a suo insindacabile giudizio, di consentire il traffico di cantiere o di esercizio, sugli impalcati prima del completamento dei giunti, l'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione provvisoria degli stessi, con getti di malta bastarda, con piastre di protezione e quant'altro ordinato dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le suddette predisposizioni dovranno essere verificate dalla Direzione dei Lavori, che avrà facoltà di prescrivere la rettifica e l'adattamento. L'Impresa dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate. Tutti gli oneri relativi alle operazioni sopra dette sono compresi e compensati nei corrispondenti prezzi di Elenco.

27.2 - Ammortizzatori antisismici: Dovranno essere conformi alla Circ. 2357 del Min. LL. PP. e si distinguono le due tipologie:

- Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso;
- Ammortizzatori antisismici in acciaio.

a) Ammortizzatori antisismici in neoprene espanso: Dovranno essere in neoprene espanso a cellule aperte, atti a dissipare una pressione di almeno 1 MPa ad una velocità di deformazione di 150 mm/s e con uno schiacciamento pari al 50% del loro spessore. Sulle facce soggette a compressione dovranno essere vulcanizzate due lastre in acciaio di adeguato spessore, opportunamente sagomate, per il fissaggio degli apparecchi alle strutture.

b) **Ammortizzatori antisismici in acciaio:** Saranno costituiti da parti in acciaio e parti in materiali termoplastici (teflon, elastomeri, etc.). L'Impresa dovrà tenere conto, nei propri programmi di lavoro, dei tempi necessari per la fornitura ed il montaggio degli apparecchi di appoggio e degli ammortizzatori antisismici, nonché di tutte le altre operazioni necessarie alla posa in opera, il tutto a sua cura e spese.

28. Illuminazione stradale e pedonale

28.1 - Gli impianti ed i componenti devono essere realizzati a regole d'arte (Legge 186 dell'1 marzo '68); le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di Legge ed ai regolamenti vigenti alla data del contratto, o emanate in corso d'opera, ed in particolare devono essere conformi:

- Norme CEI 3-23 Parte 11 - Segni grafici per schemi;
- Norme CEI 11-17 (1992) - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. - Linee in cavo;
- Norme CEI 11-8 (1962) - Impianti di messa a terra e successive varianti V1;
- Norme CEI 64-8 (1992) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V c.a. e 1500 in c.c.;
- Norme CEI 64-7 (1986) - Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari;
- Norme CEI 20-21 (1988) - Calcolo delle portate dei cavi elettrici;
- Norme CEI 11-4 (1989) - Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- D.P.R. 547 del 15/04/1955 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro e successive integrazioni;
- Legge n. 46 del 05/03/1990 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.P.R. 6 Dicembre 1991, n. 447 - Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46 in materia di sicurezza degli impianti;
- D.L. n. 626 del 19/09/1994 - Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/364/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE
- e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro;
- D.L. n. 494 del 14/08/1996 - Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei e mobili;
- L.R. n. 17 del 7 agosto '09 - "Nuove norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso, il risparmio energetico nell'illuminazione per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici";
- Alle prescrizioni ed indicazioni della TELECOM S.p.A.;
- Alle prescrizioni dei VV.F. e delle Autorità locali;
- Alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;
- Codice della strada D.Lgs 30 aprile 1992, n. 285 e successive integrazioni;

ed inoltre alle Norme Tecniche in uso relative agli impianti quali:

- UNI EN 40-3-3 - Pali per illuminazione pubblica - Progettazione e verifica - Verifica mediante calcolo
- UNI 10819 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- UNI 10439 - Illuminotecnica - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato
- UNI 11095 - Luce e illuminazione - Illuminazione delle gallerie
- UNI 12665 - Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici

Al termine dei lavori l'Impresa installatrice è tenuta a rilasciare al Committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati nel rispetto delle norme vigenti.

1 - Cavidotti - Pozzetti - Blocchi di fondazioni - Pali di sostegno

a) Cavidotti: Nell'esecuzione dei cavidotti saranno tenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché i percorsi, indicati nei disegni di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- eventuale taglio del manto bituminoso o delle pavimentazioni dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di martello idraulico con vanghetta oppure idonea fresatrice; il taglio avrà una profondità minima di 25 cm. e gli spazi del manto stradale non tagliato non dovranno superare in lunghezza il 50% del taglio effettuato con la vanghetta idraulica;
- esecuzione dello scavo in trincea possibilmente con idonea fresatrice "catenaria", con le dimensioni indicate nel disegno;
- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazione (cavidotto) con tubo in P.V.C. del diametro $\varnothing$ 80 e $\varnothing$ 63 mm., serie superpesante secondo le norme UNI 7443/75 -Tipo 302 - oppure in polietilene neutro alta densità a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente liscio, corredata di manicotto di giunzione, conformi alle normative CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46), per il passaggio dei cavi di energia, con rinfiando e copertura con sabbia per uno spessore minimo di 10 cm., filo guida in acciaio zincato;
- il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con materiali di risulta o con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dal Direttore dei Lavori; particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Durante la fase di scavo dei cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti. Durante le ore notturne la segnalazione di scavo aperto o di presenza di cumulo di materiali di risulta o altro materiale sul sedime stradale, dovrà essere di tipo luminoso a fiamma od a sorgente elettrica, tale da evidenziare il pericolo esistente per il transito pedonale e veicolare. Nessuna giustificazione potrà essere addotta dall'Appaltatore per lo spegnimento di dette luci di segnalazione durante la notte anche se causato da precipitazioni meteoriche. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, etc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo e numero telefonico. L'inadempienza delle prescrizioni sopra indicate può determinare sia la sospensione dei lavori, sia la risoluzione del contratto qualora l'Appaltatore risulti recidivo per fatti analoghi già accaduti nel presente appalto od anche in appalti precedenti. Il reintegro di tutti gli scavi per cavidotti e pozzetti dopo l'esecuzione dei getti è implicitamente compensata con il prezzo dell'opera; nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.

b) Pozzetti con chiusino in ghisa: Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati; saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- posa del pozzetto delle dimensioni di 40 x 40 x 60 cm., prefabbricati, in conglomerato cementizio fornito a resistenza cubica caratteristica a 28 giorni maggiore o uguale di 250 Kg/cm² e formato con cemento Portland "425" o "325", sabbia e ghiaia di fiume vagliata e lavata, con pareti e platea di spessore adeguato, la soletta in conglomerato cementizio armato di spessore adeguato a sopportare carichi pesanti, con chiusino in ghisa lamellare UNI ISO 185, corrispondente alla Norma UNI EN 124, classe C 250 (carico di rottura kN 250), con luce di circa 280 x 280 mm., telaio da 400 x 400 mm, marchiato a rilievo con scritta "Illuminazione Pubblica", le norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (C 250), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione;
- sigillature con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciata;
- riempimento del vano residuo con materiale di risulta o con ghiaia naturale costipati; trasporto alla discarica del materiale eccedente.

Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione dovranno essere preventivamente concordati con la Direzione dei Lavori.

c) Pozzetto prefabbricato interrato: E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio, ed un coperchio rimovibile. Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi di plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto; con il prezzo a corpo sono compensati, oltre allo scavo, anche il trasporto a piè d'opera, il tratto di tubazione in plastica interessato dalla parete del manufatto, il riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata, nonché il trasporto alla discarica del materiale scavato ed il ripristino del suolo pubblico.

d) Blocchi o plinti di fondazione dei pali: Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nei disegni o negli elaborati di progetto. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

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

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

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione rispetto alle misure indicate in progetto non darà luogo a nessun ulteriore compenso.

e) Pali di sostegno (escluse le torri-faro a piattaforma mobile): I pali per illuminazione pubblica devono essere conformi alle norme UNI-EN 40. E' previsto l'impiego di pali d'acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 - grado B - o migliore, secondo norma CNR-UNI 7070/82, a sezione circolare e forma conica (forma A2 - norma UNI-EN 40/2) saldati longitudinalmente secondo norma CNR-UNI 10011/85. Tutte le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nel disegno allegato "particolari". In corrispondenza del punto di incastro del palo nel blocco di fondazione dovrà essere riportato un collare di rinforzo della lunghezza di 40 cm., dello spessore identico a quello del palo stesso e saldato alle due estremità a filo continuo. Per il fissaggio dei bracci o dei codoli dovranno essere previste sulla sommità dei pali due serie di tre fori cadauna sfalsati tra di loro di 120° con dadi riportati in acciaio INOX M10 x 1, saldati prima della zincatura. Le due serie di fori dovranno essere poste rispettivamente a 5 cm. ed a 35 cm. dalla sommità del palo. Il bloccaggio dei bracci o dei codoli per apparecchi a cima palo dovrà avvenire tramite grani in acciaio INOX M10 x 1, temprati ad induzione. Sia i dadi che i grani suddetti dovranno essere in acciaio INOX del tipo X12 Cr13 secondo Norma UN16900/71. Per grandi altezze del punto luce, verranno utilizzati pali tronco-conici dritti oppure innestabili mediante sovrapposizione forata, a sezione ottagonale o poligonale, ottenuti mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025, di spessore adeguato all'altezza, e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico omologato (tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051). Questi pali dovranno essere forniti completi di asola entrata cavi e attacco m.a.t. base del palo. La zincatura viene ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso. Lo spessore dello strato di zinco sarà conforme alle normative UNI EN 40. Nei pali dovranno essere praticate numero due aperture delle seguenti dimensioni:

- un foro ad asola della dimensione 150 x 50 mm., per il passaggio dei conduttori, posizionato con il bordo inferiore a 500 mm. dal previsto livello del suolo;
- una finestrella d'ispezione delle dimensioni 200 x 75 mm.; tale finestrella dovrà essere posizionata con l'asse orizzontale parallelo al piano verticale passante per l'asse longitudinale del braccio o dell'apparecchio di illuminazione a cima-palo e collocata dalla parte, opposta al senso di transito del traffico veicolare, con il bordo inferiore ad almeno 600 mm. al di sopra del livello del suolo. La chiusura della finestrella d'ispezione dovrà avvenire mediante un portello realizzato in lamiera zincata a filo palo con bloccaggio mediante chiave triangolare oppure, solo nel caso sussistano difficoltà di collocazione della morsettiera e previo benestare del Direttore dei Lavori, con portello in rilievo, adatto al contenimento di detta morsettiera, sempre con bloccaggio mediante chiave triangolare.

Il portello deve comunque essere montato in modo da soddisfare il grado minimo di protezione interna IP 33 secondo Norma CEI 70-1. La finestrella d'ispezione dovrà consentire l'accesso all'alloggiamento elettrico che dovrà essere munito di un dispositivo di fissaggio (guida metallica) destinato a sostenere la morsettiera di connessione in classe II. Per la protezione di tutte le parti in acciaio (pali, portello, guida d'attacco, braccio e codoli) è richiesta la zincatura a caldo secondo la Norma CEI 7-6 (1968). Il percorso dei cavi nei blocchi e nell'asola inferiore dei pali sino alla morsettiera di connessione, dovrà essere protetto tramite uno o più tubi in PVC flessibile serie pesante diametro 50 mm, posato all'atto della collocazione dei pali stessi entro i fori predisposti nei blocchi di fondazione medesimi, come da disegni "particolari". Per il sostegno degli apparecchi di illuminazione su mensola od a cima-palo dovranno essere impiegati bracci in acciaio o codoli zincati a caldo secondo Norma UNI-EN 40/4 ed aventi le caratteristiche dimensionali indicate nei disegni "particolari".

2 - Linee: L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione di energia. Sono previsti cavi per energia elettrica identificati dalle seguenti sigle di designazione:

- cavi unipolari con guaina con sezione sino a 6 mm² : cavo 1 x a UG5R-0,6/1 kV oppure NO7V-R, N1VV-K o FROR-450/750 V
- cavi unipolari con guaina con sezione superiore a 6 mm² : cavo 1 x a RG5R-0,6/1 kV oppure NO7V-R, N1VV-K o FROR-450/750 V
- cavi bipolari della sezione di 2,5 mm² : cavo 2 x 2,5 UG5OR-0,6/1 kV oppure NO7V-R, N1VV-K o FROR-450/750 V

Tutti i cavi saranno rispondenti alla Norma CEI 20-13 e varianti e dovranno disporre di certificazione IMQ od equivalente. Nelle tavole allegate sono riportati schematicamente, ma nella reale disposizione planimetrica, il percorso, la sezione ed il numero dei conduttori.

L'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente a quanto indicato nei disegni, salvo eventuali diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Tutte le linee dorsali d'alimentazione, per posa sia aerea che interrata, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali. In alcune tratte terminali di alimentazione saranno impiegati cavi tripolari con sezione di 2,5 mm². I cavi per la derivazione agli apparecchi di illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mm². I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva. E' consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (marrone fase R - bianco fase S - verde fase T - blu chiaro neutro). La fornitura e la posa in opera del nastro adesivo di distinzione si intendono compensate con il prezzo a corpo. I cavi infilati entro pali o tubi metallici saranno ulteriormente protetti da guaina isolante. Nella formulazione del prezzo a corpo è stato tenuto conto, tra l'altro, anche degli oneri dovuti all'uso dei mezzi d'opera e delle attrezzature. Al termine dei lavori la Ditta dovrà, in presenza del Direttore dei Lavori, eseguire la misura della resistenza dell'impianto di terra in modo da soddisfare l'art. 326 del D.P.R. 547; la Direzione dei Lavori si riserva di effettuare, oltre quelle che riterrà opportune, le seguenti verifiche specifiche:

1. sfilabilità dei cavi;
2. resistenza di isolamento;
3. corretta esecuzione;
4. efficienza dei circuiti di alimentazione;
5. circuito di protezione contro le tensioni di contatto;
6. caduta di tensione;
7. efficienza della massa a terra;
8. rispondenza alle richieste di capitolato.

3 - Cassette - Giunzioni - Derivazioni - Guaine isolanti: La derivazione agli apparecchi di illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata con l'impiego di cassetta di connessione in classe II, tipo della ditta "La Conchiglia" tipo SGVP o altro prodotto simile, collocata nell'alloggiamento con transito nella medesima dei cavi unipari di dorsale. La salita all'asola dei cavi unipolari sarà riservata unicamente alla fase interessata ed al neutro escludendo le restanti due fasi; per tratti di dorsali rilevanti dovrà essere previsto altresì un sezionamento dell'intera linea facendo transitare le tre fasi ed il neutro in una cassetta di connessione collocata nell'asola di un palo secondo indicazione del Direttore dei Lavori. Per le giunzioni o derivazioni su cavo unipolare, con posa in cavidotto, è previsto l'impiego di muffole tipo 3M SCOTCHCAST o similare; dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati. Come detto, tutti i conduttori infilati entro i pali e bracci metallici, saranno ulteriormente protetti, agli effetti del doppio isolamento, da una guaina isolante di diametro adeguato; tale guaina dovrà avere rigidità dielettrica ~ 10 kV/mm.; il tipo di guaina isolante dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori. Il prezzo a corpo compensa la fornitura e posa di tale guaina.

4 - Fornitura e posa degli apparecchi di illuminazione: Tutti gli apparecchi di illuminazione devono avere il grado di protezione interno minimo:

- a) apparecchi per illuminazione stradale
 - "aperti" (senza coppa o rifrattore): vano ottico = IP X 3 - vano ausiliari = IP23
 - "chiusi" (con coppa o rifrattore): vano ottico = IP54 - vano ausiliari = IP23
- b) proiettori su torri faro o parete (verso il basso) IP65
- c) proiettori sommersi = IP68

Gli apparecchi dovranno altresì essere realizzati in Classe II ed essere rispondenti all'insieme delle norme:

- CEI 34-21 fascicolo n. 1034 Novembre 1987 e relative varianti
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 Luglio 1986 e relative varianti" proiettori per illuminazione"
- CEI 34-33 fascicolo n. 803 Dicembre 1986 e relative varianti" apparecchi per illuminazione stradale"

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento. Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi. I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento. Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24 e si riterranno conformi quando la differenza tra le due tensioni di lampada (in aria libera ed all'interno dell'apparecchio) è inferiore a:

- 12 V per le lampade da 400 W bulbo tubolare chiaro;
- 7 V per le lampade da 400 W bulbo ellissoidale diffondente;
- 10 V per le lampade da 250 W (tutti i due tipi);
- 7 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo tubolare chiaro;
- 5 V per le lampade da 150 W e 100 W bulbo ellissoidale diffondente.

Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della Norma CEI 34-21.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno altresì soddisfare i requisiti richiesti dalla Legge n. 22 del 27 giugno 1997 della Regione Veneto in tema di "NORME PER LA PREVENZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO" nonché la specifica normativa UNI 10819 (inquinamento luminoso). In particolare i corpi illuminanti posti in opera dovranno avere un'emissione nell'emisfero superiore (cioè con $\theta > 90^\circ$) non superiore al 3% del flusso totale emesso. Apparecchi di illuminazione con valori superiori di emissione verso l'alto sino al massimo del tre per cento del flusso luminoso totale emesso, potranno, previa preventiva autorizzazione ed a seguito di reali necessità impiantistiche, essere installati. I produttori devono quindi rilasciare la dichiarazione di conformità alla LR 22/97 delle loro apparecchiature e devono inoltre allegare, le raccomandazioni di uso corretto. La documentazione tecnica dovrà comprendere la misurazione fotometrica dell'apparecchio, effettuata secondo le norme in vigore, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo che sotto forma di file standard in formato "Eulumat". Tale documentazione dovrà specificare tra l'altro:

- Temperatura ambiente durante la misurazione;
- Tensione e frequenza di alimentazione della lampada;
- Norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- Identificazione del laboratorio di misura;
- Specifica della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- Nome del responsabile tecnico di laboratorio;
- Corretta posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- Tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e classe di precisione.

Questi dati devono essere accompagnati da una dichiarazione sottoscritta dal responsabile tecnico di laboratorio che attesti la veridicità della misura. Gli apparecchi devono inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti della Legge Veneta; in genere l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno);
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen;
- diagramma del fattore di utilizzazione;
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I_{max}) sempre rispetto alla verticale.

Il tipo di apparecchio di illuminazione da installare, nell'ipotesi che non sia già stato definito nel disegno dei particolari, dovrà comunque essere approvato dal Direttore dei Lavori. L'Appaltatore provvederà pertanto all'approvvigionamento, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a piè d'opera, al montaggio su paio o braccio o testata, all'esecuzione dei collegamenti elettrici, alle prove di funzionamento degli apparecchi di illuminazione con le caratteristiche definite in precedenza. Gli apparecchi di illuminazione saranno, come già precisato, in Classe II e pertanto si dovrà porre la massima cura nell'esecuzione dei collegamenti elettrici affinché in essi sia mantenuto il doppio isolamento. La rispondenza alla legge Regione Veneto e al complesso delle norme di cui sopra dovrà essere certificato con la consegna al Direttore dei Lavori della dichiarazione di conformità alle normative stesse rilasciata dal costruttore degli apparecchi di illuminazione, ai sensi dell'art. 7 della Legge 18 ottobre 1977 n. 791, oppure tramite l'accertamento dell'esistenza del Marchio di Conformità apposto sugli apparecchi stessi, ovvero dal rilascio dell'attestato di conformità ai sensi della già citata Legge 791/77.

5 - Torri-faro a piattaforma mobile

Requisiti meccanici della piattaforma mobile

Deve essere previsto un gruppo di sollevamento con riduttore azionato da un motore di potenza adeguata al carico totale della corona mobile, tenuto conto di una velocità di spostamento non inferiore a 0,05 m/s. Conformemente agli art. 173 e 174 del DPR 547 del 27 aprile 1955 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro" il motore dovrà essere provvisto di freno elettromagnetico in grado di arrestare il movimento della corona in caso di improvvisa mancanza di forza motrice. Inoltre, a garanzia di una maggiore sicurezza, il gruppo di riduzione dovrà essere costituito da un riduttore a vite senza fine-ruota elicoidale del tipo irreversibile. L'accoppiamento tra riduttore e tamburo avvolgi-fune dovrà avvenire a mezzo di ruote dentate. Il gruppo di sollevamento sarà comandato a distanza a mezzo di pulsantiera volante con connettore di

continuità. Il gruppo di sollevamento sarà completato di un opportuno quadro elettrico che dovrà contenere tutte le apparecchiature di manovra e di protezione necessarie al buon funzionamento del gruppo stesso.

Il gruppo di sollevamento ed il quadro elettrico dovranno essere incorporati all'interno dello stelo ed essere accessibili a mezzo di sportello con chiusura azionabile unicamente a mezzo di chiave speciale, oppure essere applicati su apposito carrello asportabile ed ancorabile allo stelo medesimo. Il sistema di sollevamento dovrà essere del tipo a fune; in conseguenza, conformemente agli art. 177 e 179 dei DPR 547, già citato, le funi dovranno avere resistenza a rottura tale da garantire un coefficiente di sicurezza di almeno 6, se avvolte con un unico strato sul tamburo, e di almeno 10, se avvolte su più strati. Le funi dovranno essere in acciaio ad elevata resistenza, zincate e ritrafilate, con anima metallica, a formazione "antigiro" e messe in opera previo opportuno ingrassamento. Lo smontaggio per le verifiche periodiche dovrà poter essere effettuato in modo semplice e rapido. Il fissaggio sul tamburo od alla corona dovrà avvenire tramite staffatura, sono da escludersi i sistemi a cavallotti che potrebbero creare tensioni anormali nei punti di serraggio. La ditta installatrice dovrà esibire i certificati di prove a rottura delle funi rilasciati dal costruttore o da un laboratorio di prove ufficiale. La piattaforma mobile e la parte fissa dovranno avere forma tale da inserirsi armoniosamente nell'ambiente, presentare ridotta presa all'azione del vento ed essere resistenti all'azione ed all'aggressività degli agenti atmosferici. Sono richieste strutture in alluminio anodizzato, prive di saldature e con la bulloneria di assemblaggio in acciaio inossidabile. La piattaforma mobile dovrà disporre di attacchi per gli apparecchi di illuminazione e dovrà essere prevista l'aggiunta di ulteriori apparecchi fino al massimo carico consentito anche in tempi successivi al primo montaggio. La piattaforma mobile dovrà essere in condizione di scendere anche in presenza di vento, neve e ghiaccio ed essere dotata quindi di dispositivi che evitino rotazioni, attorcigliamento di funi e ai cavi elettrici, scarrucolamento, centraggio imperfetto. I sostegni per torri-faro dovranno essere in acciaio di qualità almeno pari a quello Fe 360 grado 8 o migliore secondo Norma CNR-UNI 7070/82 poligonali o tubolari saldati longitudinalmente e dovranno essere protetti da zincatura a caldo per immersione secondo Norma CEI 7-6. Per la facilità di trasporto potranno essere divisi in due o tre tronchi da unirsi a piè d'opera senza saldature. La loro forma e dimensioni dovranno inserirsi armoniosamente nell'ambiente. Nella parte inferiore dovranno essere provvisti di adatta apertura per introduzione del sistema di sollevamento. I cavi elettrici dovranno essere protetti da opportuno tubo o canalina fissata all'interno dello stelo. L'impresa installatrice dovrà presentare i calcoli di resistenza dello stelo in conformità ai D.M. 12-2-1982 (ex CNR-UNI 10012-67) ed alle Norme CNR-UNI 10011-85, fornendo le caratteristiche di sollecitazione (sforzo normale, momento flettente, sforzo di taglio e momento torcente) nella sezione di incastro al basamento. In funzione delle sollecitazioni di cui sopra il basamento dovrà essere opportunamente calcolato e dimensionato. Nei riguardi dei carichi e sovraccarichi si dovrà tenere conto del D.M. n. 18407 del 03.10.1978 che definisce le Norme Tecniche di cui all'art. 1 della Legge 64 del 02.02.1974.

Requisiti elettrici ed ottici delle Torri-faro

I proiettori dovranno essere del tipo asimmetrico oppure a doppia asimmetria e ad alto rendimento, dovranno altresì essere conformi alla Norma CEI 34-21 del Novembre 1987 e 34-30 del 1 Luglio 1986. Il grado di protezione interna minima dovrà essere pari ad IP 55 sia per il gruppo ottico che per gli alloggiamenti degli ausiliari elettrici. L'orientamento dei proiettori dovrà essere tale da produrre un'intensità massima nell'emisfero superiore (cioè con $\theta > 90^\circ$) di 30 (trenta) cd/km. Ciò in genere si ottiene con inclinazione tale da rendere parallelo al terreno il vetro di protezione piano del proiettore. I cavi elettrici dovranno essere del tipo multipolare flessibile in guaina antiabrasiva e della sezione adatta al carico massimo alimentabile. Le torri-faro dovranno essere protette contro le scariche atmosferiche secondo la Norma CEI 81-1 ed. 01.10.1984 fascicolo 687. Nel caso di impiego di proiettori di Classe I (nell'ipotesi che non siano disponibili apparecchi di Classe II) l'impianto elettrico dovrà essere dotato di protezione contro i contatti indiretti tramite la messa a terra di protezione e pertanto l'impianto di terra dovrà essere conforme alla Norma CEI 64-8 del Giugno 1987, oltre che alla già citata Norma CEI 81-1. La protezione dovrà avvenire tramite opportune apparecchiature di interruzione automatica del circuito coordinate con il suddetto impianto di terra secondo la Norma CEI 64-8. Il prezzo a corpo è comprensivo di tutte le opere atte a consentire la messa in opera ed in servizio delle torri-faro, compreso trasporto a piè d'opera, innalzamento, orientamento dei proiettori e messa in tensione degli apparecchi di illuminazione.

6 - Fornitura e posa del contenitore del gruppo di misura e del complesso di accensione e protezione: L'Appaltatore provvederà alla fornitura e posa presso il punto di consegna indicato dal progetto di un contenitore in resina poliestere rinforzata con fibre di vetro del formato approssimativo di larghezza 70-75 cm., altezza da terra 140-150 cm., profondità 30-40 cm. con grado di protezione interna minimo IP 54 (CEI 70-1). Tale contenitore dovrà essere diviso verticalmente in due vani con aperture separate di cui una destinata a contenere il gruppo di misura installata dall'Ente Distributore, la relativa serratura di chiusura dovrà essere installata previo accordi con gli organismi territoriali competenti dall'Ente medesimo. Il contenitore dovrà appoggiare su apposito zoccolo in c.l.s. prefabbricato o realizzato in opera che consenta l'ingresso dei cavi sia del Distributore dell'energia elettrica che dell'impianto in oggetto. Sono altresì a cura dell'Appaltatore le opere di scavo e murarie per l'ingresso nel contenitore dei cavi dell'Ente Distributore. Il secondo vano dovrà contenere le apparecchiature di comando, di sezionamento, e di protezione così come definite nello schema unifilare indicato nel disegno "particolari". L'apertura di tale vano dovrà essere munita di apposita serratura concordata con il Committente ove è ubicato l'impianto. Il quadro elettrico ivi contenuto dovrà essere realizzato con isolamento in Classe II come il resto dell'impianto di illuminazione. Le apparecchiature elettriche dovranno essere conformi alle corrispondenti Norme CEI; in particolare i teleruttori dovranno avere le caratteristiche secondo la Norma CEI 17-3 fascicolo 252. L'Appaltatore dovrà altresì provvedere alla fornitura, posa e collegamento di un interruttore crepuscolare fotoelettrico adatto all'installazione esterna in posizione idonea e protetta da eventi accidentali o vandalici con le seguenti caratteristiche: Classe di Isolamento II, grado IP 54, valore di intervento 10 + 2 Lux, carico massimo alimentare 5A. Gli organi di protezione dovranno essere dimensionati in modo da garantire la protezione contro i cortocircuiti dell'intero impianto secondo Norme CEI 64-8 fascicolo 1000 - ed. Giugno/1987, capitolo VI, sezioni 1 e 3. Il tipo di contenitore, le apparecchiature ivi contenute ed il relativo quadro dovranno comunque avere la preventiva approvazione del Direttore dei Lavori. Il prezzo a corpo compensa la fornitura, il trasporto, la mano d'opera, il collaudo e la messa in servizio dei componenti e delle apparecchiature.

7 - Impianto di Terra - Dispersori: L'impianto non prevede, come già detto, la messa a terra degli apparecchi di illuminazione a delle altre parti metalliche, in quanto tutto il sistema sarà realizzato con doppio isolamento (Classe II). Qualora, per particolari esigenze, venissero impiegati apparecchi di illuminazione sprovvisti di isolamento in Classe II, oppure sia necessario realizzare la protezione delle strutture contro i fulmini occorre realizzare l'impianto di terra. Gli apparecchi di illuminazione saranno collegati ad una terra di sezione adeguata, comunque non inferiore ai 16 mm², i conduttori di terra e di protezione avranno guaina di colore giallo-verde e saranno di tipo H07 V. La linea dorsale sarà collegata al Dispersore Unico mediante conduttore isolato, della sezione minima di 16 mm² di tipo H07 V-R, protetto con tubazione nei tratti discendenti. Tenendo conto che il dispersore sarà unico, sia per la protezione contro i fulmini che per la protezione contro i contatti indiretti esso dovrà rispondere alle prescrizioni delle Norme CEI 81-1/1 984, 64-8/1987 e 11-8/1989. I dispersori saranno del tipo a puntazza componibile, posati entro appositi pozzetti di ispezione di tipo carreggiabile, in resina rinforzata; tutti i dispersori dovranno essere collegati fra di loro.

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

8 - Conformità degli impianti: A fine lavori l'Impresa installatrice è obbligata, ai sensi della legge 46/90, a rilasciare la **dichiarazione di conformità** su modello conforme al D.M. 20 febbraio '92 (G.U. n. 49 del 28 febbraio '92), completa degli allegati obbligatori. In particolare dovrà essere allegato il progetto dei lavori, l'elenco delle marche effettivamente impiegate e copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali della Ditta installatrice - Valido anche quello provvisorio rilasciato dalla competente commissione provinciale per l'artigianato. Qualora l'impianto previsto a base di progetto sia variato in opera, il progetto dovrà essere integrato con la necessaria documentazione tecnica attestante tali varianti in corso d'opera, alle quali, oltre che al progetto base, l'installatore deve fare riferimento nella sua dichiarazione di conformità. La dichiarazione di conformità dovrà essere redatta in duplice copia; copia della dichiarazione di conformità di cui all'art.9 della legge 46/90, sottoscritta dal responsabile tecnico, dovrà essere inviata a cura dell'Impresa installatrice alla Camera di Commercio nella cui circoscrizione l'Impresa stessa ha la propria sede (DPR 392/94 Art. 3 comma 4). Tutta la documentazione di progetto dovrà essere spedita aggiornata assieme al modello "B" (Verifica impianto di messa a terra) al competente Istituto superiore prevenzione e sicurezza del lavoro (ISPESL) di zona, per le opportune verifiche di omologazione. Il mancato rispetto della Legge 46/90 comporta l'applicazione delle sanzioni previste dalla Legge stessa (art. 10 del regolamento di attuazione).

28. Impianti semaforici

28.1 - Gli impianti ed i componenti devono essere realizzati a regole d'arte (Legge 186 dell'1 marzo '68); le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme del Nuovo Codice della Strada di cui al D.Lgs. 285 del 30 aprile '92 e s.m.i. ed ai regolamenti vigenti alla data del contratto, o emanate in corso d'opera.

a) Scavi per posa di tubazioni per la protezione dei cavi elettrici: Gli scavi a sezione obbligata per la realizzazione di cavidotti atti alla protezione dei cavi elettrici, dovranno avere una profondità di 60 cm. sia negli attraversamenti che lungo i marciapiedi, oltre che in tutte le zone esterne alle carreggiate viabili.

Gli scavi, indipendentemente dalla loro natura, potranno essere ricoperti con materiale di risulta adeguatamente compattato fino a circa 20 cm. dal piano stradale, oppure di 10 cm. dal piano marciapiede, mentre il materiale di risulta verrà portato alle pubbliche discariche; le superfici stradali ed i marciapiedi dovranno essere ripristinati a perfetta regola d'arte con stesa di conglomerato bituminoso per uno spessore medio di 7 cm. e larghezza 40 cm.

b) Cavidotti in PVC oppure in polietilene neutro alta densità a singolo strato, corrugato esternamente ed internamente liscio, conforme alle normative CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46), rivestito per uno spessore minimo di cm. 10 con calcestruzzo R'bk = 150 Kg/cm²: I cavidotti nei quali verranno infilati i cavi elettrici, dovranno avere un diametro esterno minimo $\geq$ 63 mm. e spessore di 3 mm. e rispondere alle norme C.E.I. - U.N.E.L. per i tubi in plastica.

Dovranno anche essere previste eventuali, a richiesta, tubazioni in ferro zincato a caldo che, come per le tubazioni in PVC o in polietilene, dovranno avere un diametro minimo esterno di $\geq$ 63 mm.

In tutte le tubazioni, all'interno, dovrà essere posto del filo di ferro zincato o un cordino in polietilene per facilitare il tiraggio dei cavi elettrici.

c) Pozzetti di ispezione: In corrispondenza di ogni colonna di sostegno per lanterne semaforiche e di ogni palo a sbraccio compreso l'armadio contenente il regolatore semaforico, dovrà essere previsto un pozzetto in calcestruzzo prefabbricato delle dimensioni minime di cm. 40x40x40, con una apertura laterale che si affacci sull'asola ricavata nella parte inferiore del sostegno stesso o, quanto meno, sia ad esso collegato da uno spezzone di tubo per permettere il passaggio dei cavi elettrici. I pozzetti dovranno essere previsti anche ogni volta che, per esigenze impreviste o diverse dalle normali, si debbano eseguire curve o deviazioni sul percorso degli scavi. Un chiusino in ghisa lamellare UNI ISO 185, corrispondente alla Norma UNI 124, classe D 400 (carico di rottura kN 400), con coperchio autocentrante sul telaio, marchiato a rilievo con le norme di riferimento (UNI EN 124), classe di resistenza (D 400), marchio fabbricante e sigla dell'ente di certificazione, superficie con disegno antisdrucchiolo, ricoprirà il manufatto.

d) Plinti di fondazione: I plinti di fondazione per le colonne di sostegno delle lanterne semaforiche, per pali a sbraccio e per l'armadio contenente il regolatore semaforico, dovranno essere dimensionati in base alle normative vigenti in materia; le dimensioni ottimali dei plinti di fondazione saranno:

- per le colonne semaforiche da 50x50x70 cm., compreso l'annegamento di un tubo in cemento del diametro di $\geq$ 200 mm. all'interno.
- per i pali a sbraccio da 100x100x100 cm., con foro interno contenente un tubo in cemento di diametro $\geq$ 250/300 mm.
- per l'armadio da 60x40x40 cm. contenente il regolatore semaforico, compreso l'annegamento di una piastra di basamento in ferro zincato.

Le fondazioni dovranno essere affiancate ad un pozzetto ispezionabile ed a questo collegate con un tubo in plastica che parta dall'asola di sostegno.

e) Plinti di fondazione per triangoli "preavviso semaforo": I plinti di fondazione per i triangoli con simbolo "Preavviso di semaforo" sia rifrangenti che con luce gialla lampeggiante, dovranno essere costruiti in calcestruzzo ed avere delle dimensioni ottimali di 30x30x40 cm. All'interno di ogni singolo plinto, andrà annegato un tubo in p.v.c. o in polietilene del diametro $\geq$ 80 mm., che ospiterà la pallina di supporto dei triangoli. Anche in questo caso, le fondazioni per i triangoli con luce gialla lampeggiante, dovranno essere affiancate ad un pozzetto di ispezione ed a questo collegate con un tubo in plastica che parta dall'asola di sostegno.

f) Regolatore semaforico: Il regolatore semaforico sarà completamente statico, inclusa la parte di potenza, gestito da un microprocessore che deve avere la possibilità di programmare l'apparecchiatura in ogni sua parte (fasatura, controlli, tempi, etc.) direttamente sul centralino mediante una tastiera e di selezionare i seguenti modi di funzionamento:

1. Lampeggio: Tutti i gruppi di lampade gialle lampeggiano con una frequenza di Hz 1, le altre sono spente;
2. Tutto Rosso: Tutti i gruppi di lampade rosse dell'impianto sono accese, mentre gli altri gruppi sono spenti;
3. Manuale: Il centralino accende i gruppi semaforici secondo il programma di struttura impostato bloccandosi ad ogni cambio di colore, su selezione deve bloccarsi solo durante la fase di verde; per ottenere l'avanzamento a tutti i passi successivi, è necessario premere il pulsante manuale;
4. Automatico: Il centralino accende i gruppi semaforici secondo il programma impostato, avanzando automaticamente da una fase all'altra in accordo con il programma dei tempi;
5. Attuato: Il regolatore locale, nel funzionamento attuato dal traffico, deve permettere la regolazione di almeno otto fasi veicolari e pedonali, con ingresso differenziato; su ogni singola fase deve essere consentito il prolungamento, la soppressione ed il salto di fase;
6. Attuato intelligente: Il regolatore locale, nel funzionamento attuato dal traffico, deve permettere la regolazione dei tempi di verde in base al numero di veicoli conteggiati dai sensori di traffico. Al termine dell'intervallo di conteggio non superiore ai 10 minuti, il regolatore dovrà indicare su di ogni canale il numero dei veicoli transitato suddividendoli in almeno 4 classi, la loro velocità media ed il tempo di occupazione della sonda; dovrà inoltre provvedere al calcolo automatico del tempo di verde per ogni singola fase ed alla suddivisione del ciclo semaforico in modo da garantire l'eventuale sincronia con altri impianti senza collegamenti fisici.

L'apparecchiatura deve avere la possibilità di memorizzare almeno 16 programmi completamente diversi tra loro sia come struttura che come tempi massimi, inseribili in base al giorno, ora e minuto desiderato, tramite un orologio settimanale gestito dal microprocessore. L'apparecchiatura deve consentire il funzionamento sincronizzato con selezione in multipiano anche tra regolatori semaforici di marca diversa; per il collegamento in sincronismo di più regolatori non deve essere necessario nessun apparato aggiunto. Il regolatore locale deve possedere oltre alla CPU ed alle relative memorie contenenti il software di gestione della CPU, i seguenti blocchi logici:

- Blocco struttura: la memoria del regolatore deve poter contenere almeno 16 programmi di struttura capace ognuno di almeno 30 passi. Si intende per programma di struttura le attuazioni e la configurazione di accensione delle luci in funzione dell'ordine sequenziale in cui queste ultime si trovano nei diversi stati del ciclo semaforico;
- Input detector: rilevatori di traffico disaccoppiati otticamente con tensione di isolamento 2.500 V.A.C. per il collegamento delle sonde di rivelazione di tipo induttivo; il regolatore deve consentire il controllo di almeno 8 rivelatori montati direttamente sull'apparecchiatura;
- Uscita di potenza statica: la parte di potenza prevista per almeno 32 uscite capaci di sopportare un carico di 1.200 W ciascuna, dovrà consentire il controllo della corretta accensione di tutte le lampade utilizzate indipendentemente dal colore verde, giallo o rosso della luce semaforica;
- Autodiagnostica: blocco in grado di controllare costantemente tutte le funzioni del regolatore, compresi tutti gli allarmi. Dovrà essere prevista una chiara segnalazione del tipo di guasto verificatosi con l'indicazione della scheda che lo ha provocato, della lampada fulminata, della luce che è rimasta accesa, etc. Un dispositivo deve prevenire blocchi del microprocessore spegnendo o portando in lampeggio l'impianto quando la CPU non funziona correttamente (cioè per prevenire accensioni indesiderate e casuali delle luci semaforiche);
- Interfaccia seriale: unità di input/output seriale rispondente alla norma EIA RS-232C per lo scambio di informazioni con apparecchiature di livello gerarchico superiore o con un Personal Computer o mini elaboratore.

Il centralino dovrà essere alloggiato all'interno di un armadio a tenuta stagna delle dimensioni di circa 1100 x 590 x 320 mm. in vetroresina o in poliestere rinforzato con fibra di vetro conforme alle norme DIN e telaio per il fissaggio, completo di visualizzatore di funzionamento per mezzo di un display LCD, programmatore con tastiera di funzionamento con attribuzione dei tempi di funzionamento (numero della fase, tempi di passo, numero di passo, data e ora). La struttura del regolatore dovrà essere a schede estraibili inserite in apposito rack, che dovrà essere installato nella parte superiore dell'armadio; internamente al rack troveranno posto gli eventuali detector e tutta la parte elettrica-elettronica del regolatore. L'armadio dovrà essere dotato di pannello distribuzione cavi, interruttore magnetotermico differenziale, presa ausiliaria, protezioni contro le sovratensioni di linea, etc. Il regolatore deve essere fornito nella versione centralizzabile, dovrà essere predisposto per l'eventuale asservimento ad un elaboratore, con la sola aggiunta delle schede elettroniche necessarie e dell'opportuno software di gestione.

g) Lanterne semaforiche veicolari: Le lanterne semaforiche veicolari a tre luci, con rosso maggiorato $\approx$ 300 mm, giallo e verde $\approx$ 200, omologate dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, saranno costruite in policarbonato, dotate di visiera parasole di adeguata sporgenza inclinata e di unità ottiche composte da:

1. Lenti in makrolon infrangibile nei colori regolamentari;
2. Portalampada attacco E27 in ceramica e lampada a lunga durata (minimo 8.000 ore) da almeno:
 - 60W/220V per le luci rossa e verde diametro $\approx$ 200 mm.;
 - 40W/220V per la luce gialla diametro $\approx$ 200 mm.;
 - 100W/220V per le luci diametro $\approx$ 300 mm.
3. In alternativa e se previsto, lampade formate con moduli led.

Dovranno essere complete di pannelli di contrasto in alluminio delle dimensioni di 90 x 135 cm. e relativi attacchi per sostegno lanterne; inoltre le lanterne dovranno:

- risultare stagne alla polvere ed all'acqua;
- essere fornite complete di cablaggio interno con conduttori di vario colore e di riflettore in alluminio brillantato.

h) Lanterne semaforiche pedonali: Le lanterne semaforiche pedonali saranno costruite come le lanterne precedentemente illustrate; le stesse saranno costituite da tre luci del diametro $\approx$ 200 mm. complete di mascherine con simbolo omino.

i) Colonne di sostegno per lanterne semaforiche: Le colonne di sostegno per le lanterne semaforiche saranno costituite da tubo in ferro zincato a caldo per immersione secondo le prescrizioni CEI 7-6 ed. VII° (fascicolo 239), spessore dello strato di zinco non inferiore a 80 micron, del diametro $\approx$ 102 mm. e di altezza regolamentare. Le colonne dovranno essere fornite complete di asola inferiore per il passaggio dei cavi, bulloni per messa a terra, supporti superiori ed inferiori per il fissaggio delle lanterne semaforiche; nel supporto superiore dovrà essere alloggiata la morsetteria di collegamento.

j) Pali a sbraccio: Per il sostegno delle lanterne semaforiche dovranno anche prevedersi dei pali a sbraccio con altezza fuori terra di 6.00 ml. e sbraccio di 4.50+6.0 ml.; i pali a sbraccio saranno costruiti in ferro zincato a caldo per immersione secondo le prescrizioni CEI 7-6 ed. VII° (fascicolo 239), spessore dello strato di zinco non inferiore a 80 micron, con diametro minimo alla base $\approx$ 168+175 mm., spessore di 4 mm. e sbraccio del diametro $\approx$ 76+102 mm. I pali dovranno essere forniti completi di attacchi per il fissaggio delle lanterne sul ritto e sullo sbraccio e di una finestra mobile per l'ispezione dei cavi elettrici.

k) Cavi elettrici di collegamento: I cavi di alimentazione delle lanterne veicolari e pedonali, dovranno essere isolati con materiale butilico o antifiama tipo UG505/4; la tensione nominale "Uo/U" dei cavi deve essere non inferiore a 450/750V e deve rispondere alle norme CEI 20-13 e varianti. I cavi potranno essere del tipo multipolare flessibile e la sezione di ogni conduttore non dovrà essere inferiore a 1.5 mm². Relativamente ai collegamenti le lanterne dirette nei sensi opposti lungo l'asse di un percorso coordinato dovranno essere collegate all'apparecchiatura di comando con cavi separati così da poterne differenziare i tempi, ove la Direzione dei Lavori o le esigenze di traffico lo richiedano, senza necessità di intervento sulla rete elettrica esterna.

l) Sonde di rivelazione: Le sonde di rivelazione dovranno essere poste in opera dopo che sarà effettuato il taglio del manto stradale con apposita macchina; le sonde dovranno essere infine sigillate al manto stradale con l'impiego di resina o emulsione bituminosa; i cavi elettrici di collegamento saranno costituiti da cavo schermato il quale verrà attraversato da corrente in bassa tensione isolata dalla tensione di rete (220V).

m) Impianto di messa a terra: L'impianto semaforico dovendo soddisfare il DPR 547 del 27.04.1955, dovrà essere corredato di impianto di messa a terra, le cui caratteristiche generali sono indicate nel predetto DPR e nelle norme CEI II-8. In particolare secondo quanto previsto dal DPR sopracitato, il conduttore di terra non dovrà avere una sezione inferiore ai 16 mm² (norme CEI 64.7, appendice B, art. 342), mentre i dispersori dovranno garantire una resistenza verso terra non superiore ai 20 ohm (norme CEI 64.7, appendice B, art. 326). I dispersori saranno costituiti da puntazze in ferro zincato a croce installate nei pozzetti; in ogni caso l'impianto deve essere tale da garantire tensioni di contatto e di passo non superiori ai 65V. Il collegamento delle colonne semaforiche per il sostegno delle lanterne con i pali a sbraccio e con il regolatore semaforico dovrà essere effettuato ad anello per garantire una minore resistenza verso terra.

n) Installazione degli impianti: L'installazione degli impianti semaforici, dovrà essere realizzata a perfetta regola d'arte ed effettuata da montatori specializzati. Al fine di facilitare la manutenzione o la futura modifica degli impianti, i cavi elettrici posti all'interno delle tubazioni dovranno essere facilmente sfilabili e dovrà essere sempre possibile variare il numero delle lanterne. Per motivi di sicurezza, le morsettiere dovranno essere efficacemente protette in modo da evitare ogni contatto accidentale con parti metalliche; la rete dei cavi, inoltre, non dovrà presentare giunzioni interrate ed esterne.

L'installazione dell'impianto semaforico, dovrà avvenire in maniera rapida ed in modo tale da non arrecare disturbo alla circolazione stradale.

29. Barriere antifoniche

29.1 - Pannelli metallici: I pannelli metallici sono costituiti da una struttura metallica scatolare forata, all'interno della quale è inserito materiale fonoassorbente, costituito da complessi porosi (fibre o schiume) che sfruttano i fenomeni di attrito e di risonanza. Il pannello deve essere costruito in metallo protetto a tutti gli effetti contro la corrosione. Il trattamento protettivo delle superfici deve essere eseguito sia all'interno che all'esterno del pannello e, in ogni caso, dopo le varie fasi di lavorazione della lamiera (tranciatura, punzonatura, piegatura, etc.), a meno che il pannello non sia realizzato in lamiera di alluminio con trattamento protettivo secondo il sistema coil-coating. Il trattamento della superficie deve garantire una forte resistenza meccanica e realizzare una superficie esente da pori sia all'interno, sia all'esterno del pannello. Il fornitore dovrà indicare il numero, lo spessore e la natura degli strati protettivi nonché allegare le schede tecniche relative al trattamento anticorrosivo ed ai prodotti vernicianti impiegati. Il colore delle protezioni anticorrosive sarà comunicato preventivamente dal Committente. In caso di incendio i materiali impiegati non devono sviluppare gas tossici o fumi opachi.

a) pannelli in acciaio zincato e verniciato: Lo spessore della lamiera di acciaio non rivestita deve essere di almeno 1,5 mm. Le caratteristiche del rivestimento di zinco devono essere conformi alle norme UNI EN 10142/92, 10143/92, 10147/93. Il rivestimento di zinco deve essere conforme alla Euronorma 147, congranatura del tipo Z 275 come dalle sopracitate norme. Lo spessore totale della protezione anticorrosiva deve essere non inferiore a 80 μ m. Il trattamento di zincatura dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche. Inoltre la protezione anticorrosiva del pannello deve corrispondere alle seguenti caratteristiche:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo UNICHIM MU 630	Sia a secco (dry adhesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40° per 150 ore (wet adhesion): grado 1
Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI 8358	70

Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86	Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 Kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce
Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86	Dopo 1000 ore di esposizione: assenza di blistering e/o di perdita di aderenza; lungo l'incisione l'arrugginimento e la bollatura non devono penetrare per più di 2 mm.
Resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo UNI ISO 9227/93	Dopo 500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza

b) pannelli in alluminio verniciato: La lamiera d'alluminio deve essere il lega Alluminio-Magnesio-Manganese (Al-Mg-Mn, lega AA 4015 o similari) secondo norma UNI 9003, avente una buona resistenza alla corrosione. Lo spessore della lamiera non rivestita deve essere almeno 1.2 mm. Prima della verniciatura deve essere eseguito un trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice. Tale pretrattamento deve essere costituito da sgrassaggio e risciacquo deionizzato, seguiti da cromatazione, fosfocromatazione oppure ossidazione anodica. Per le facce esposte lo spessore del film di vernice deve essere almeno 40 Pm, mentre per le facce non esposte si dovrà avere uno spessore minimo di 20 Pm. L'alluminio non deve essere stabilmente in contatto con rame o leghe di rame. Il film di vernice deve inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo UNICHIM MU 630	Sia a secco (dr+ adesione, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40° per 150 ore (wet adesione): grado 0
Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI 8358	70
Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86	Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 Kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce
Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86	Dopo 1500 ore di esposizione: la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessuna altra alterazione visibile o perdita di aderenza.
Resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo UNI ISO 9227/93	Dopo 1500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessuna altra alterazione visibile o perdita di aderenza

c) Caratteristiche geometriche della mascherina anteriore (lato fonoassorbente): La lamiera forata rivolta verso la sorgente di rumore, qualora presenti aperture circolari, dovrà avere per singolo foro un'area inferiore a 78 mm² (raggio = 5 mm. circa); qualora invece le aperture siano di forma rettangolare, il lato minore dovrà essere compreso tra 6 e 10 mm. e il lato maggiore dovrà essere non superiore a 150 mm. Si dovranno prendere in considerazione tutti gli accorgimenti idonei a garantire la durabilità del materiale fonoassorbente, ad es. prevedendo l'installazione del materiale fonoassorbente senza contatto diretto con la lamiera forata; dovranno inoltre essere previste opportune forature per il drenaggio. Il disegno del forato deve essere in ogni caso preventivamente approvato dal Committente.

d) Caratteristiche del materiale fonoassorbente: Il materiale fonoassorbente, inserito all'interno della struttura scatolata metallica è costituito da complessi porosi. Generalmente si tratta di uno strato di lana minerale conformato in modo tale da assorbire sia per porosità che per risonanza; esso deve avere uno spessore di almeno 6 cm e deve avere una densità maggiore di 80 kg/m³, se trattasi di lana di roccia, o maggiore di 48 kg/m³, se trattasi di lana di vetro. Deve essere: imputrescibile, inerte agli agenti chimici ed atmosferici, ininfiammabile o autoestinguente. Saranno preferiti sistemi fonoassorbenti con membrana microporosa lato sorgente di rumore per evitare impregnazioni o ritenzioni di liquidi che ne degradano le caratteristiche meccaniche ed acustiche. Le caratteristiche di fonoassorbimento devono mantenersi elevate nel tempo con curve di decadimento lente: a 5 anni dall'installazione si tollererà una diminuzione del 10% del coefficiente di assorbimento ed a 10 anni del 20%. Le prove previste per accertare l'idoneità di detto materiale sono le seguenti:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Diametro medio delle fibrille secondo UNI 6484/69	Il diametro medio delle fibrille deve essere compreso tra 6 e 9 Pm
Massa volumica apparente secondo UNI 6485/69.	La massa volumica apparente deve essere maggiore di 85 kg/m ³ oppure di 48 kg/m ³ a seconda che si tratti di lana di roccia o di lana di vetro
Resistenza al fuoco secondo la FEDERAL STANDARD USA STD 302	Ininfiammabile
Grado di igroscopicità secondo UNI 6543/69 (tempo di prova 1 giorno).	Il grado di igroscopicità non deve essere superiore allo 0,2% in volume
Resistenza all'acqua secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm completamente immerso in acqua distillata per 24 ore a temperatura ambiente.	Al termine della prova non devono essere avvenuti né sfaldamenti né colorazione rispettivamente del provino e dell'acqua
Resistenza al calore secondo il seguente procedimento: si pone un provino del campione in esame di dimensioni 100x100x5 mm in una stufa a 150°C	Al termine della prova non devono essere avvenute Variazioni delle dimensioni originarie del provino superiori a ±5 mm relativamente
per 24 ore poggiando su una delle due facce quadrate (100x100 mm)	ai parametri lunghezza e larghezza. La variazione che si verifica sullo spessore deve essere inferiore a ±1 mm
Ancoraggio della lana minerale secondo il seguente procedimento: il pannello, disposto in posizione verticale, verrà sottoposto per 24 ore a vibrazione, anch'essa verticale, a 10 Hz, di ampiezza picco-picco 1 mm.	Al termine della prova, l'ancoraggio deve aver resistito alla sollecitazione applicata

29.2 - Pannelli trasparenti: Qualora particolari esigenze architettoniche o paesaggistiche lo suggeriscano, è possibile impiegare pannelli in materiali trasparenti: polimetilmetacrilato, policarbonato o vetro. Le lastre dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un solo pezzo, di spessore uniforme e prive di difetti, con facce piane perfettamente parallele. Dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici, all'acqua e ai vari componenti chimici usati per eventuali operazioni di pulizia. I pannelli dovranno essere intelaiati sui quattro lati.

Nella progettazione di barriere acustiche con pannelli trasparenti bisogna prestare particolare attenzione al minimizzare le riflessioni di luce potenzialmente pericolose per i conducenti dei veicoli in transito. La trasparenza dei pannelli inoltre costituisce un pericolo per gli uccelli, che deve essere ridotto inserendo opportune sagome di rapaci locali.

a) **Pannelli in polycarbonato:** I pannelli in polycarbonato dovranno avere spessore minimo di 8 mm. ed essere protetti su entrambe le superfici dai raggi UV. Il fattore di trasmissione totale (diretta + diffusa) dopo prova di invecchiamento accelerato (secondo ASTM G 26/93) per 4000 ore (2000 ore per faccia) non dovrà scendere al di sotto del 95% del valore iniziale (la prova va condotta secondo ASTM D1003-92). Lo strato di protezione dagli UV deve essere omogeneo col substrato (identico coefficiente di dilatazione termica lineare) onde evitare fenomeni di deformazione o microfessurazioni dovuti a sollecitazioni meccaniche o termiche. Particolare cura dovrà essere posta nell'attacco pannello-montante, per poter assorbire le dilatazioni termiche del materiale che raggiungono il valore di 1 cm/m. La guarnizione, compatibile con il polycarbonato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento. I pannelli in polycarbonato dovranno rispondere inoltre alle caratteristiche tecniche sotto riportate:

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g cm ⁻³
Resistenza a flessione	D790	100 MN m ⁻²
Resistenza a trazione minima	D638	65 MN m ⁻²
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	1,5 kJ m ⁻²
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	110°C
Coefficiente max di dilatazione termica linear	D696	80 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illuminante A	90 %
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	2 %

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

b) **Pannelli in polimetilmetacrilato (PMMA):** I pannelli in polimetilmetacrilato devono essere di tipo colato o estruso con spessore minimo di 15 mm. Essi devono essere conformi, per quanto riguarda inclusioni e tolleranze di spessore, alla norma DIN 16957 e realizzati partendo da metacrilato puro; l'impiego di materiale rigenerato per la costruzione delle lastre non è ammesso. La guarnizione, compatibile con il metacrilato, deve essere in EPDM della durezza di 70 shores e realizzata con profilo ad U che consenta sia di ammortizzare le sollecitazioni ed evitare la fuoriuscita dalla sede, sia di evitare la deformazione della lastra stessa. Per il fissaggio dei profili di contenimento della lastra potranno essere impiegati distanziali, in modo che la lastra conservi la sua planarità, evitando antiestetiche deformazioni dovute ad un cattivo fissaggio. La dimensione dell'incastro dovrà tenere conto delle dilatazioni termiche e delle deformazioni ai carichi del vento. I pannelli in PMMA dovranno inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche tecniche:

Caratteristiche	Metodo prova ASTM	Esigenza minima
Densità minima	D792	1,1 g cm ⁻³
Resistenza a flessione	D790	80 MN m ⁻²
Resistenza a trazione minima	D638	57 MN m ⁻²
Resistenza minima all'urto Charpy con intaglio	D256	70 kJ m ⁻²
Temperatura di rammollimento VICAT minima	D1525	140°C
Coefficiente max di dilatazione termica linear	D696	80 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Trasmissione della luce minima per lastre non colorate	D1003 Illum. A	85 %
Indice d'ingiallimento massimo dopo 1000 ore con lampada solare	D1925	6 %

Le prove si riferiscono a lastre incolore dello spessore di 3 mm.

c) **Pannelli in vetro:** I pannelli devono essere realizzati con vetri di sicurezza stratificati, temperati, martellati o armati, con spessore minimo di 16 mm. Una particolare cura dovrà essere posta nella realizzazione delle guarnizioni tra pannello e pannello e tra pannello e montante. La guarnizione tra pannello e montante dovrà essere in neoprene estruso di durezza 20 ÷ 30 shores, mentre la guarnizione alla base della barriera, fra pannello e piano di posa, dovrà essere in neoprene estruso di durezza 50 ÷ 60 shores. Le lastre dovranno rispondere a quanto prescritto dalle seguenti norme:

- norma UNI 7172 in generale, capitolo 6.3 in particolare per le prove di resistenza;
- norma UNI 9186 antivandalismo, capitoli 3.1 e 6.1;
- norma UNI 9187 antiproiettile classe A 500 J capitoli 3.1 e 3.2.A;
- durezza uguale o superiore al grado 6,5 della scala di Mohs.

Il vetro dovrà inoltre presentare alta resistenza all'abrasione e consentire un agevole rimozione di eventuali scritte vandaliche.

d) **Pannelli in calcestruzzo armato normale o precompresso e calcestruzzo di argilla espansa o pomice:** Questa tipologia è costituita da pannelli a due o più strati nei quali la funzione portante è assicurata dallo strato in calcestruzzo armato, che deve avere lo spessore minimo 8 cm., mentre lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice, rivolto verso la sorgente di rumore, deve essere tale da realizzare le caratteristiche di fonoassorbimento richieste. Per le caratteristiche di tali pannelli e degli inerti si dovrà fare riferimento rispettivamente alle normative UNI 7548 (parti I e II) e UNI 7549 (parti da 1 a 12, esclusa la parte 11). In particolare lo strato in calcestruzzo di argilla espansa o pomice dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Caratteristica	Esigenza
Composizione inerti (secondo UNI 7549)	100% argilla espansa o pomice con granulometria: passante al crivello 12 mm. 100% 10 mm. 90-100% 5 mm. 5-35% 3 mm. 0-10% 2 mm. 0-5%
Massa volumica in mucchio degli inerti (secondo UNI 7549)	Preferibilmente compresa tra 350 e 600 kg/m ³ e comunque mai superiore a 1100 kg/m ³
Tipo di cemento	Pozzolatico o altoforno, dosato non oltre i 250 kg per m ³ di inerti per non intasare i pori con perdita di efficacia antirumore
Resistenza alla compressione	In media 10 N/mm ² , da misurarsi su cubetti stagionati con spigolo di 100 mm
Spessore strato in cls alleggerito	Può essere costante o variabile ma comunque mai inferiore ai 4 cm
Barre di armatura	Acciaio Fe B 44K controllato e fili per la precompressione come al D.M. 09/01/1996 e successive aggiunte o modifiche

I pannelli dovranno avere apposita protezione della struttura cellulare in argilla espansa o pomice esposta agli agenti atmosferici mediante trattamento, per intrusione, con idoneo prodotto ad elevato potere idrorepellente, traspirante, trasparente, con ottimo ancoraggio al materiale trattato, resistente alle intemperie, agli UV, alle muffe, agli alcali, agli agenti aggressivi presenti nelle acque meteoriche e nell'atmosfera. Tale prodotto deve assicurare un'elevata durata delle proprie caratteristiche (almeno 10 anni), deve consentire l'eventuale applicazione di vernice sulla faccia esposta del pannello ed inoltre in caso di incendio deve garantire l'assenza di esalazioni tossiche o fumi opachi. La protezione della superficie deve impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche, limitando così i rischi del gelo ed impedendo la naturale formazione di vegetazione, nonché la proliferazione di microrganismi all'interno del materiale. Tale trattamento non deve produrre effetti apprezzabili sul coefficiente di assorbimento acustico. Il trattamento potrà essere costituito da una soluzione composta da acqua e silicone spruzzata sulla superficie, oppure da una soluzione a base di silani (in quantitativi dipendenti dalla porosità del supporto), applicata in stabilimento sulle superfici pulite e asciutte tramite irroratori a bassa pressione. Eventuali sistemi di protezione diversi da quello sopra descritto potranno essere autorizzati dal Committente previa presentazione di appositi certificati che ne caratterizzino l'efficacia.

e) **Pannelli in legno:** I pannelli in legno normalmente sono costituiti da una struttura scatolare al cui interno è alloggiato un materassino di lana minerale che, in combinazione con una eventuale camera d'aria retrostante agisce da dissipatore acustico. La struttura è formata da:

- griglia anteriore formata da listelli di legno opportunamente sagomati;
- tamponatura posteriore realizzata con tavole in legno di opportuno spessore;
- materiale fonoassorbente;
- eventuali travi in legno disposte orizzontalmente alle estremità del pannello.

Poiché la barriera è direttamente esposta agli agenti atmosferici, i pannelli devono essere realizzati in legno di buona qualità, accuratamente lavorati e trattati in modo ottimale. Il legno deve resistere al deperimento organico e va trattato con prodotti speciali secondo le norme DIN 68 800, parte 3a, per evitare la formazione di funghi. In particolare il legno sarà sottoposto all'impregnazione di oli minerali ecologici o sali indilavabili preservanti in autoclavi a vuoto e pressione. In alternativa possono essere utilizzati pannelli costruiti in legno d'Azobé, di Golden Teak od altre essenze appartenenti alla classe di resistenza la seconda la normativa DIN 68364, per i quali non è necessario il trattamento in autoclave ma è sufficiente un trattamento con impregnanti ad azione insetticida e fungicida. Tali legni devono avere una certificazione di durabilità non inferiore ai 20 anni rilasciata da un Laboratorio Ufficiale. Particolare cura va posta nel trattamento degli elementi più prossimi al suolo. Per la sicurezza della circolazione in caso di incendio, i pannelli (pur essendo ininfiammabili) devono essere resistenti al fuoco; i montanti devono essere ininfiammabili e agire da barriera contro il fuoco, altrimenti sarà necessaria, ogni 100 ml., una zona larga almeno 4 ml. realizzata con elementi ininfiammabili. I pannelli dovranno essere facilmente smontabili e sostituibili in caso di danneggiamenti; a tal fine, su richiesta del Committente, le dimensioni del singolo pannello devono essere contenute, per permettere il montaggio dello stesso senza l'impiego di mezzi meccanici che possono arrecare disturbo al flusso veicolare. Particolare cura deve essere posta nello studio delle giunzioni, che devono essere progettate in modo da tenere conto di eventuali movimenti di contrazione e rigonfiamento. La bulloneria per l'assemblaggio dei diversi componenti sarà preferibilmente in acciaio inox. I montanti saranno realizzati in legno massiccio o con profilati metallici secondo le particolari esigenze tecnico architettoniche del sito da proteggere, in accordo con le indicazioni del Committente. Per le caratteristiche del materiale fonoassorbente si rimanda a quanto detto nel caso dei pannelli metallici.

29.3 - Prova di attenuazione in campo libero su barriera normalizzata (misura di "insertion loss"): Al fine di valutare il comportamento della barriera dal punto di vista acustico dovrà essere eseguita una prova di attenuazione in campo libero in una configurazione standard con sorgente puntiforme, rispettando la metodologia indicata in seguito. La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 ml. dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione dell'Amministrazione potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm; la velocità del vento nella zona di prova deve essere inferiore a $5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

La barriera utilizzata per le prove, realizzata con i pannelli inseriti negli appositi montanti ed ogni altro elemento costitutivo disposto come previsto per i normali impieghi, deve avere un'altezza di 3 ml. ed una lunghezza di 18 ml.

I pannelli della fila inferiore devono essere posati su un letto di sabbia o sul terreno vegetale livellato al fine di assicurare la necessaria ermeticità acustica nella zona di appoggio.

Le misure vanno eseguite in corrispondenza del montante centrale utilizzando una sorgente campione di rumore bianco e rosa e un ricevitore posti nelle posizioni indicate

Le misure devono essere condotte in banda d'ottava nel campo 125 + 4000 Hz con un fonometro integratore con tempo di integrazione di almeno 10 sec. per ogni banda di ottava, ovvero un analizzatore in tempo reale con tempo di integrazione di almeno 30 sec. E' inoltre richiesta la misura globale utilizzando il filtro di ponderazione A con tempo di integrazione di almeno 10 sec.

La sorgente di rumore sarà costituita da un altoparlante con diametro inferiore o uguale a 15 cm.; le caratteristiche di direzionalità della sorgente sonora dovranno essere misurate in loco e riportate nel certificato di prova.

Le misurazioni effettuate nella prova, sia per quanto riguarda il livello totale che i livelli per le singole bande di frequenza, saranno ritenute valide solo se il livello misurato è superiore di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato nello stesso punto.

L'attenuazione sonora in campo libero è calcolata, per ognuna delle bande d'ottava e per il valore globale ponderato A, con la relazione:

$$\Delta L = L_{po} - L_p$$

dove:

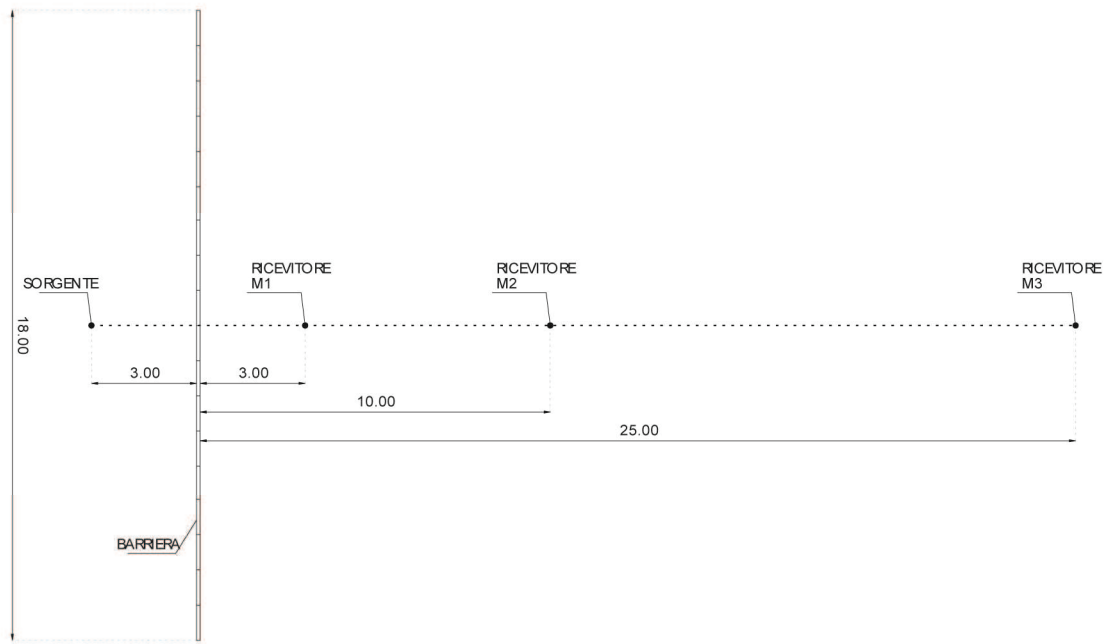
L_{po} = livello di pressione sonora nella posizione di misura in assenza di barriera;

L_p = livello di pressione sonora nella posizione di misura in presenza di barriera.

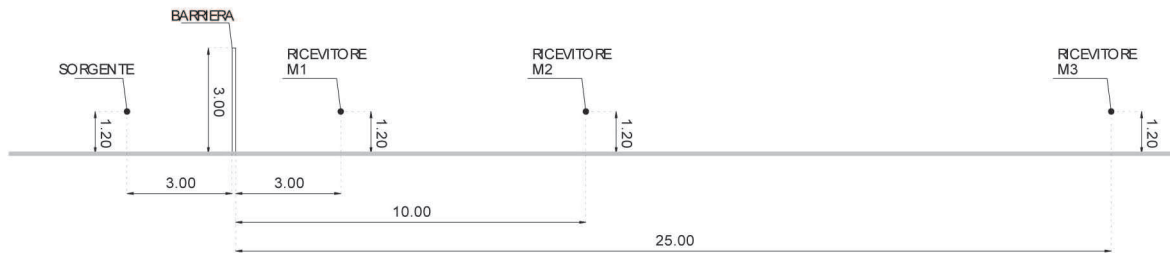
L'attenuazione della barriera in corrispondenza dei punti di misura dovrà essere di almeno: 22 dB(A) a 3, ml. 18 dB(A) a 10 ml. e di 16 dB (A) a 25 ml., sia per il rumore bianco sia per quello rosa. Per tali valori di attenuazione è ammessa una tolleranza massima di 4 dB(A).

Ai fini della misura le letture saranno valide solo se superiori di almeno 10 dB al valore del rumore di fondo misurato in quel punto per ciascuna banda di frequenza. Inoltre, durante le misurazioni, dovrà essere garantita l'assenza di altre fonti di rumore significative che potrebbero incidere sul rumore di fondo stesso. Nel caso in cui la sorgente sonora sia costituita da più altoparlanti, essi dovranno avere il loro asse alla stessa altezza e il diametro dell'altoparlante maggiore non dovrà essere superiore a 0.15 ml. Le curve di direttività degli altoparlanti alle varie frequenze dovranno essere misurate in loco e riportate nel verbale di misura. La sorgente dovrà essere il più possibile omnidirezionale o avere almeno una simmetria rotazionale intorno al proprio asse orizzontale rivolto verso la barriera.

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA



(VALORI ESPRESSI IN METRI)

Tutta la strumentazione dovrà rispondere alle caratteristiche previste dalla IEC 804 per i fonometri integratori. I filtri di banda d'ottava dovranno essere in accordo con la IEC 225. Il microfono di misura dovrà avere il diametro non maggiore di 1/2 pollice ed essere del tipo per campo libero. Il valore dell'attenuazione sonora dovrà essere presentato in forma tabellare e grafica, rappresentando l'andamento del livello sonoro in funzione della frequenza.

29.4 - Prova dei pannelli a diffrazione: La prova consiste nell'adottare il metodo impulsivo (largamente sperimentato in Francia), al fine di determinare il parametro IL (Insertion Loss, perdita di energia in diffrazione):

$$IL_{AD} = IL_1 - IL_2$$

dove:

IL_1 = attenuazione della barriera con l'aggiunta dell'elemento antidiffrattivo;

IL_2 = attenuazione ottenuta dalla sola barriera;

IL_1 e IL_2 sono ottenuti dalla relazione:

$$IL = 20 \log \left(\frac{P_d}{P_i} \right) - 20 \log \left(\frac{d_2}{d_1} \right)$$

dove:

P_d = pressione acustiche diffratta dallo spigolo superiore

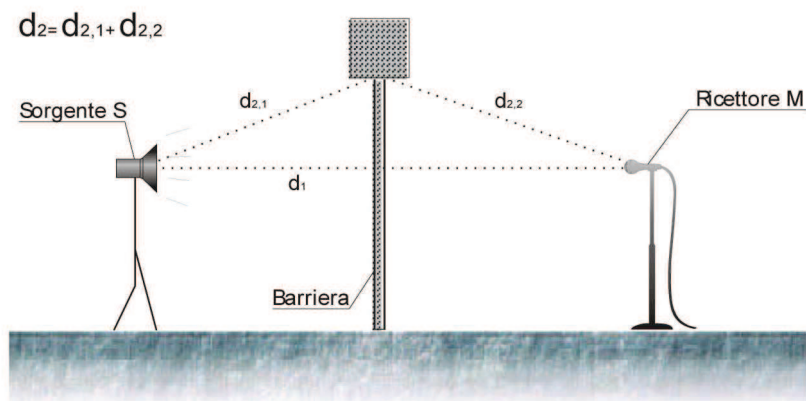
P_i = pressione acustica incidente

d_1, d_2 = distanze sorgente-microfono secondo lo schema più avanti riportato.

L'efficacia in sito di uno schermo acustico è, in gran parte, limitata dal fenomeno della diffrazione sullo spigolo superiore: per ridurre questo fenomeno è

possibile installare sulla sommità di barriere antifoniche o su manufatti esistenti degli appositi dispositivi antidiffrattivi. Tali dispositivi consentono, grazie alle loro caratteristiche di fonoassorbenza, di ridurre l'altezza di una qualsiasi barriera con benefici economici e di impatto ambientale.

Il parametro IL è di solito positivo: ciò vuol dire che l'inserimento del dispositivo antidiffrattivo permette normalmente di ottenere una diminuzione di livello sonoro al di là dello schermo; può essere negativo in alcuni casi marginali. La sorgente sonora è costituita da un generatore di rumore rosa in un campo di frequenza compreso fra 100 e 5000 Hz. L'efficacia in diffrazione dipende fortemente dalla frequenza, come la trasmissione (debole alle basse frequenze e forte alle alte frequenze), e anche dall'altezza del microfono rispetto allo schermo.

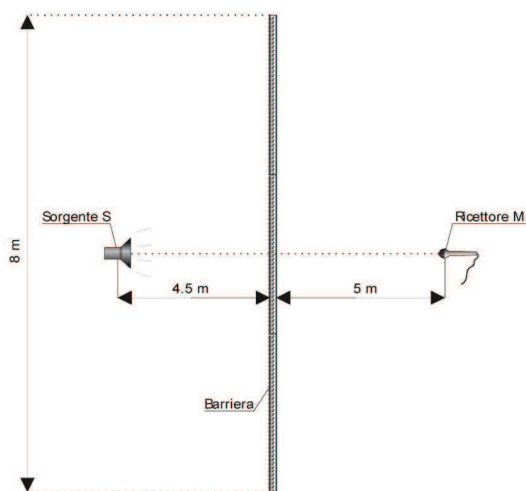


La prova consiste nel mettere in opera uno o più pannelli preferibilmente in calcestruzzo in modo da formare una barriera lunga 8 ml.; lo spazio davanti e dietro dovrà essere libero per permettere il posizionamento dei microfoni.

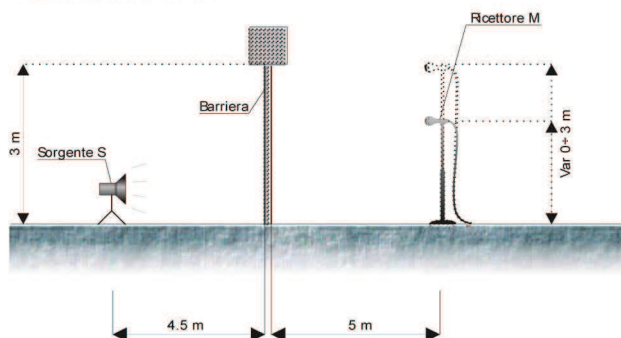
La prova va eseguita in una zona con superficie piana il più possibile riflettente (ad esempio battuto di cemento, asfalto non drenante o simili), privo di ostacoli acustici nel raggio di almeno 50 ml. dalla barriera, dalle sorgenti e dai punti di misura; su autorizzazione dell'Amministrazione potrà essere effettuata in un prato piano con erba o vegetazione di altezza non superiore a 5 cm. L'altezza della barriera deve essere di 3 m al fine di conservare la coerenza con le misure di trasmissione e di assorbimento.

E' necessario ripetere l'esperimento per almeno 5 altezze dei microfoni in modo da avere una caratterizzazione completa dell'irraggiamento acustico.

PLANIMETRIA SCHEMATICA



SEZIONE SCHEMATICA



30 Opere a verde

30.1 - Lavori di rivestimento vegetale - Opere a verde - I terreni dovranno essere lavorati, concimati e seminati nel modo previsto nell'apposito articolo, nel periodo immediatamente successivo alla realizzazione dei piani definitivi delle sistemazioni, mentre per le lavorazioni di cui appresso si provvederà nel periodo climatico più opportuno.

a) Terreno vegetale: Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree; dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, radici, erbe infestanti. Dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, fino alla profondità massima di un metro; qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelievo dovrà essere contenuta allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed in ogni caso non dovrà superare il mezzo metro.

L'Impresa prima di effettuare il prelievo e la fornitura della terra, dovrà darne avviso alla Direzione dei Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare ad una stazione di chimica agraria riconosciuta, per le analisi di idoneità del materiale secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo - S.I.S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

Dopo regolarizzazione ed eventuale riprofilatura, le scarpate in rilevato dovranno essere preparate per il rivestimento mediante una epicutura poco profonda, eseguita con andamento climatico favorevole e con terreno in tempera (40+50 % della capacità totale per l'acqua). In questa fase l'impresa dovrà avere cura di portare a compimento tutte quelle opere di regolazione idraulica prevista in progetto, che rappresentano il presidio e la salvaguardia delle scarpate; sulle scarpate in scavo, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di rimboschimento con semenzali o impianti di talee.

b) Concimazioni: L'Impresa, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire la conciliazione di fondo, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici titolo medio 18% : 0,80 t/ha
- concimi azotati titolo medio 16% : 0,40 t/ha;
- concimi potassici titolo medio 40% : 0,30 t/ha.

E' facoltà della Direzione dei Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari, variare le proporzioni di cui sopra senza che l'Impresa possa chiedere alcun compenso. Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura e miscelazione del letame con la terra; ogni

eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei Lavori.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche. Oltre alla conciliazione di fondo, l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo

comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Impresa, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti

ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde.

I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso

di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato. Da parte della Direzione dei Lavori sarà consegnato all'Impresa un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'Impresa è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione dei Lavori affinché questa possa disporre eventuali

controlli. Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con impiego di personale pratico e capace, per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le opere di scavo eventualmente rivestite con semenzali o talee, la concimazione potrà essere localizzata.

c) Piantumazioni: Le operazioni di messa a dimora delle piantine e delle talee potranno essere eseguite in qualsiasi periodo utile al buon attecchimento, restando a carico dell'Appaltatore la sostituzione delle fallanze entro due anni dalla messa a dimora e comunque fino al collaudo. Il sesto dovrà essere quello più proprio per la specie, che verrà messa a dimora a quinconce con file parallele al ciglio della strada, o con altro orientamento determinato dal Direttore dei Lavori. Per le file più prossime alla sede stradale il Direttore dei Lavori potrà ordinare che, in relazione ai lavori di pavimentazione, vengano messe a dimora in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi aggiuntivi. In relazione alle specie si prescrive il seguente sesto d'impianto:

- 25 cm. per le piante a portamento erbaceo o strisciante (*Festuca glauca*, *Gazania splendens*, *Hedera helix*, *H+pericum cal+cinum*, *Lonicera sempervirens*, *Mesembryanthemum acinaciforme*, *Stachys lanata*, etc.);
- 50 cm. per le piante a portamento arbustivo (*Crataegus p-racantha*, *C-tisus scoparius*, *Eucalyptus* sp. pl., *Mahonia aquifolium*, *Nerium oleander*, o *puntia ficus indica*, *Pitosporum tobira*, *Rosmarinus officinalis*, *Spartium junceum*, etc.).

Il Direttore dei Lavori ordinerà per iscritto all'Appaltatore la specie da mettere a dimora nei vari settori, anche eventualmente ricorrendo a specie diverse da

quelle elencate sopra, in relazione alle caratteristiche dell'areale e a quelle microclimatiche locali, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi ulteriori se non in relazione al numero.

L'impianto potrà essere fatto meccanicamente o manualmente: per le piante a portamento arbustivo la buca dovrà essere sufficientemente grande da garantire,

oltre all'attecchimento sicuro, anche una crescita futura sufficientemente rapida e rigogliosa, eventualmente collocandovi del letame bovino non a contatto delle radici e ricoprendo con cautela, ad evitare danni alle radici, predisponendo un apposito colletto in terra per il ristagno dell'acqua piovana. Si dovrà avere particolare cautela nel periodo tra l'approvvigionamento in cantiere delle piantine e la messa a dimora affinché non si verifichino danni alle radici ed evitando sia il disseccamento che la germogliazione: in tali eventualità si procederà alla sostituzione completa della fornitura a spese e cura dell'Appaltatore. Nella preparazione delle buche l'Impresa dovrà assicurarsi che non ci siano ristagni d'acqua nella zona di sviluppo delle radici, nel qual caso provvederà con idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Salvo diverse prescrizioni del Direttore dei Lavori, le dimensioni delle buche dovranno essere le seguenti:

- alberi adulti (con circonferenza del tronco di almeno 18+20 cm.) e conifere di almeno 3 ml. di altezza : 1,00x1,00x1,00 ml.;
- giovani piante : 0,70x0,70x0,70 ml.;
- arbusti : 0,50x0,50x0,50 ml.;
- siepi continue : 0,50x0,50x1,00 ml.;
- piantine forestali : 0,40x0,40x0,40 ml.;
- piante da fioritura : 0,30x0,30x0,30 ml.

I tutori saranno conficcati nella buca di piantagione prima della messa a dimora delle piante; in rapporto alla pianta, il tutore è posto in direzione opposta rispetto al vento dominante e dovrà affondare di almeno 30 cm. oltre il fondo della buca.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del terreno e prima della messa a dimora delle piante saranno effettuate, a cura e spese dell'Impresa, le analisi chimiche del terreno in base alle quali la Direzione dei Lavori indicherà la composizione e le proporzioni della

concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici; oltre alla conciliazione di fondo l'Impresa dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura. Sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale. La pianta deve essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione e l'apparato radicale non deve essere né compresso, né sarà spostato. La buca di piantagione è poi colmata di terra fine. La compattazione della terra deve essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria. Il migliore compattamento è ottenuto attraverso un'abbondante irrigazione, che favorisce inoltre la ripresa del vegetale.

Le legature ed i colletti circondaeranno il tronco e saranno disposti in modo che attraverso la loro azione il tutore serva d'appoggio alle piante; la legatura più alta è posta a circa 20 cm. al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa a circa 1 ml. dal suolo. In queste misure occorre tenere conto del compattamento successivo del suolo.

d) Semina di specie erbacee: La semina di specie foraggere dovrà costituire una copertura con caratteristiche di prato polifita stabile. Prima della semina e dopo la concimazione il terreno sarà erpicato con rastrello, quindi dopo aver dato comunicazione al Direttore dei Lavori si procederà alla semina di quei miscugli che

il Direttore dei Lavori stesso avrà ordinato per iscritto, con il quantitativo previsto da progetto, procedendo a spaglio, con personale esperto e capace, a più passate e per gruppi di semi di volume e peso simili, in giornate senza vento, avendo cura di ricoprire il seme con rastrelli a mano o con erpice leggero, battendo successivamente il terreno con la pala o rullandolo.

e) Semina a spruzzo (idrosemia): Le scarpate sia in rilevato che in trincea, con tipo di terreno o roccia particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, potranno essere seminate a spruzzo, in periodo umido (autunno), con apposite pompe e macchinari, con impiego di sementi di specie frugali e rustiche, con radici profonde, quali ad esempio *Festuca arundinacea*. La miscela prevede le seguenti dosi per ettaro:

- soluzione di fertilizzante organico a base di substrati fungini essiccati;
- Kg. di torba,
- litri 5.000;
- kg 180 di seme;
- 1.000 litri di acqua.

Qualora il terreno sia molto acido occorre aggiungere calce spenta (ad esempio per portare il pH da 3,5 a 5,5 utilizzare kg. 2.400).

Se la crescita è troppo lenta, rada o nulla, l'Appaltatore ripeterà il trattamento a sua cura e spese, ad evitare il propagarsi delle radure. Nel primo periodo di due mesi almeno dovrà essere interdetto qualsiasi passaggio sulle aree trattate, che eventualmente dovranno essere recitate, e che andranno protette con frammenti di paglia sparsi da apposite macchine in ragione di 2.000 Kg., addizionata con emulsione bituminosa per 500 Kg. per ettaro, con funzione di collante.

f) Rimboschimento con specie forestali: Sulle scarpate ove previsto, oppure ove ritenuto opportuno dal Direttore dei Lavori, l'Appaltatore provvederà alla messa a dimora di alberature impiegando le seguenti specie: *Ulmus campestris*, *Cor=llus avellana*, *Sorbus* sp. pl., *Celtis australis*, etc., come meglio definito nell'elenco

dei prezzi. La buca avrà le dimensioni di cm 80x80x80, e andrà riempita con terra di granulometria e qualità adatta, opportunamente addizionata di letame animale. La pianta verrà ancorata ad apposito tutore in palo di castagno o carpino infisso nella buca prima del rinterro per almeno 40 cm, e sarà legata in più punti con raffia; qualora si tratti di esemplare che per la sua mole opponga molta resistenza al vento, andrà ancorato con tutore costituito da tre pali legati a piramide, oppure mediante tiranti in filo di ferro ancorati a paletti metallici infissi nel terreno, che abbraccino il tronco con l'interposizione di appositi cuscinetti. Nelle aree di pertinenza stradale, ove il terreno si presenti di natura limosa, argillosa o paludosa, nelle depressioni e sulle sponde di vallette, l'Appaltatore metterà a dimora, a quinconce n. 4 talee di pioppo, salice o tamerice al metro quadrato, con funzione di rinsaldamento del terreno, di taglio fresco ed allo stato verde, con diametro minimo di 1,5 cm. che dovranno essere di crescita spontanea nelle aree interessate.

g) Rivestimento in zolle erbose: Dove ritenuto opportuno dal Direttore dei Lavori si provvederà alla posa di zolle erbose di prato polifita stabile, in formelle di 25x25 cm., disposte in file a giunti sfalsati, su sottofondo regolarizzato e costipato; per scarpate di sviluppo superiore a 3 ml. verranno posti in opera appositi sostegni antiscivolo ogni 2 ml. costituiti da graticciate di altezza 10÷15 cm. Qualora occorra lasciare scoli d'acqua piovana, questi saranno con sagoma a settore circolare di larghezza 80-120 cm. e profondità di 15-20 cm., preventivamente predisposti sul terreno, fino alle stesse canalette di scarico.

h) Graticciate morte: Sulle scarpate parzialmente consolidate che tuttavia presentino radure vegetative ed erosione del suolo anche a causa dell'eccessiva pendenza delle scarpate stesse, l'Appaltatore provvederà a realizzare graticciate di lunghezza 5-8 ml., costituite da file di 4-5 pali di castagno di diametro in punta 6÷8 cm., infissi nel terreno mediante battitura per 80÷100 cm., e successivo pareggio delle teste sgretolate per la battitura, con successivo intreccio alternato di perticelle di castagno, carpino oppure orniello, per un'altezza di 50-60 cm. di cui un terzo entro terra, della lunghezza di 5÷8 ml., e diametro in punta di 3÷4 cm., l'ultima delle quali fissata con chiodo di ferro a lato della sommità di ogni paletto. La disposizione a quinconce delle graticciate sul piano delle scarpate dovrà essere in contropendenza rispetto alla pendenza della strada, con inclinazione di 1:8, ad evitare il ristagno di acqua piovana o di scolo, con interesse medio di 3-5 ml. misurato secondo la massima pendenza della scarpata stessa. Il volume dietro la graticciata stessa dovrà essere colmato in piano per non più di 2/3 dell'altezza con terra vegetale, paglia ed eventuale letame, ed in esso verranno messe a dimora, secondo le indicazioni del Direttore dei Lavori, talee di specie arboree o arbustive, ad interasse di 30÷40 cm., per le quali l'Appaltatore dovrà sostituire le fallanze fino al collaudo.

i) Graticciate verdi: Saranno realizzate con gli stessi criteri generali delle graticciate morte, ma con paletti di diametro minore e ad interasse minore, tra i quali verranno tessuti a canestro virgulti vivi di salice, pioppo o tamerice del diametro di 1÷2 cm., per un'altezza di 30÷40 cm., ad interasse di 1÷2 ml. misurato secondo la massima pendenza.

l) Sfalcio dell'erba e cure culturali: L'Appaltatore è tenuto ad eseguire lo sfalcio meccanico o manuale delle aree a prato e a zolle, ogni volta che l'erba superi l'altezza di 30 cm., allontanando entro 24 ore erba e fieno, avendo cura di evitare la dispersione sul piano viabile. L'Appaltatore inoltre è tenuto a effettuare tutte le cure alle colture, sia da lui stesso messe a dimora, sia che già fossero presenti al momento della consegna dei lavori: dovrà provvedere alla sostituzione delle fallanze, alle potature, diserbi, sarchiature, concimazioni stagionali, sfalci, trattamenti antiparassitari, e all'annaffiamento in fase di attecchimento di ogni specie sia erbacea che arborea e arbustiva. Le operazioni di cui sopra graveranno sull'Appaltatore, dal momento della consegna dei lavori al momento del collaudo, con la successiva garanzia di cui all'art. 1667 del Codice civile, senza che possa pretendere compensi di sorta in aggiunta a quelli di elenco, nei quali si devono intendere già compresi e compensati.

m) Georeti in juta antierosione: Nei terreni particolarmente delicati, soggetti ad erosione causata dal vento e dalla pioggia, nei quali occorre ricostituire il manto vegetativo, l'Appaltatore metterà in opera un telo di juta ininfiammabile, le cui funzioni sono di proteggere il terreno dal dilavamento e dalla evaporazione eccessiva, mantenendo più a lungo condizioni ambientali favorevoli all'attecchimento di specie erbacee precedentemente seminate. Prima della stesa della rete la superficie dovrà essere liberata da pietre, rami e materiali d'ingombro, e andranno regolarizzate le buche e le sporgenze; nella parte a monte della superficie da proteggere andrà scavato un solco di 20x30 cm., in cui sotterrare le estremità della rete, ripiegate per 20 cm. La rete andrà tenuta molle sul terreno durante lo srotolamento, con sormonti tra i teli di 10 cm., e andrà fissata al terreno con chiodi ad "U" in ferro dolce di diametro 3÷5 mm., infissi nel terreno lungo le giunzioni a distanza di 1 ml.

30.2 - Rivestimento e cigliature con zolle e seminagioni: Tanto per le inzollature che per le seminagioni si dovranno preparare preventivamente le superfici da trattare riportando in corrispondenza alle stessa uno strato uniforme di buona terra vegetale, facendolo bene aderire al terreno sottostante, esente da radici, da erbe infestanti e da cotiche erbose, dello spessore di almeno 20 centimetri. Per la inzollatura delle scarpate da eseguire dove l'ordinerà la Direzione dei Lavori si useranno dove è possibile, zolle di 20 a 25 cm. e di almeno 5 cm. di spessore, disposte a

connessioni alternate, zolle provenienti dagli scottamenti generali eseguiti per gli scavi o per la preparazione del terreno, purché le zolle siano tuttora vegetanti. Le zolle saranno assestate battendole col rovescio del badile, in modo da farle bene aderire al terreno. Per le seminagioni su scarpate si impiegheranno di regola semi di erba medica in quantitativi corrispondenti ad almeno 50 Kg. per ettaro o stoloni di gramigna. Sulle superfici piane potrà essere ordinata anche la seminagione di loietto, in quantitativi corrispondenti ad almeno 200 Kg. di semi e gli stoloni di gramigna abbiano a risultare sicuramente coperti da uno strato di terra di spessore maggiore (2+3 cm.) nel caso di gramigna. Le seminagioni saranno mantenute umide dopo la loro ultimazione, mediante innaffiature, in modo da conservare e aiutare la vegetazione. La seminagione sarà eseguita a stagione propizia.

31 Impermeabilizzazioni con terre

31.1 - Impermeabilizzazione con bentonite - Sulla base della determinazione del coefficiente di permeabilità del materiale, l'argilla verrà trattata con l'aggiunta

di bentonite nelle percentuali che saranno di volta in volta prescritte dalla Direzione dei Lavori; tale trattamento potrà, a seconda dei casi, essere effettuato in due modi:

- sul materiale già messo in opera, tramite cospargimento meccanico e miscelazione con macchine del tipo per formazione di misti cementati; dopo la stesa dei prodotti, ed il loro rimescolamento con i mezzi sopra indicati, la superficie verrà compattata con rulli di opportune dimensioni, preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori.
- mediante miscelazione fuori opera in opportune macchine mescolatrici; dopo l'interna dispersione dei prodotti, il materiale trattato verrà tempestivamente trasportato e posato in opera, secondo le sagome di progetto, a strati sovrapposti e ben compattati.

32 Impianti

32.1 - Il prezzo di ciascuna categoria di opere e lavori per la realizzazione degli impianti è stabilito forfettariamente; esso comprende e compensa, tutte le

forniture, le lavorazioni, i montaggi, le prestazioni principali ed accessorie e gli oneri tutti stabiliti nei relativi articoli del presente capitolato speciale, per dare l'opera completa, funzionante ed a perfetta regola d'arte. Tutte le tubazioni od i cavi necessari agli allacciamenti dei singoli impianti saranno compresi nell'appalto ed avranno il loro inizio dai punti convenuti con le Società fornitrici e, comunque, dovranno essere portati al cancello d'ingresso del lotto o dell'area di edificazione; tali allacciamenti ed i relativi percorsi dovranno comunque essere in accordo con le prescrizioni fissate dalla Direzione dei Lavori e saranno eseguiti a carico dell'Appaltatore.

33 Opere varie e diverse

33.1 - Per le categorie di lavori che non dovessero essere state descritte nel presente capitolato, si stabilisce che queste dovranno essere eseguite secondo le modalità previste nell'elenco prezzi unitari e secondo le indicazioni fornite dalle ditte produttrici, restando inteso, inoltre, che tali modalità dovranno essere preventivamente approvate ed autorizzate dal Responsabile del Procedimento e dalla Direzione dei Lavori. In presenza di normativa nazionale o internazionale specifica in materia, questa si dovrà intendere integralmente trascritta nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed essere applicata secondo le modalità in essa previste.

Art. 58 - PROVVEDIMENTI TECNICO-AMMINISTRATIVI E PENALITÀ PER I MANTI E CONGLOMERATI ASFALTICI

I risultati delle verifiche, delle analisi e delle prove raccolti nei controlli in corso d'opera o finali dovranno essere conformi ai requisiti richiesti per tutti i tipi di conglomerato bituminoso fornito e steso (a mq. o a peso) nelle presenti Norme e Prescrizioni tecniche; qualora ciò non avvenga, l'Impresa dovrà a sua cura e spese adottare i necessari provvedimenti, sostituendo i materiali in modo da ottenere il valore per tutti i requisiti. Se i risultati delle successive verifiche e prove non rispondessero ai requisiti richiesti verranno applicati provvedimenti tecnico-contabili nei modi e nelle misure. Le verifiche e le prove che daranno esito negativo, e non risultano comunque conformi alle norme e prescrizioni tecniche, saranno ripetute su tre saggi, entro la zona del primo saggio: se si risconterà un nuovo saggio negativo o un solo valore che superi le tolleranze ammesse, ciò comporterà un declassamento con relative detrazioni che saranno effettuate sulle quantità di riferimento successivamente rapportate al numero dei saggi negativi (superficie o fornitura divisa per il numero di saggi e moltiplicata per il numero di saggi negativi) nelle misure di seguito precisate. Se nell'analisi completa di una miscela stesa o fornita farà riscontro caratteristiche fisico-meccaniche che si scostano da quelle accettate con le prove preliminari, saranno operate le seguenti detrazioni:

- Per ogni punto percentuale di filler (passante al setaccio UNI 0,075), che si scosta oltre la tolleranza ammessa di +1 punto percentuale, o totalmente al di fuori del fuso, calcolata sul totale degli inerti, dalla curva, accettata con le prove preliminari, sarà operata una detrazione del 2% sul prezzo unitario del conglomerato fornito e/o posto in opera, da computare sulle quantità di riferimento attribuite ai saggi negativi;
- Per ogni punto percentuale di sabbia (passante al setaccio UNI 5 mm), che si scosta oltre la tolleranza ammessa del +0 -3% per la base, e del +0 -2% per tutti gli altri tipi di conglomerato bituminoso, calcolata sul totale degli inerti, dalla curva accettata con le prove preliminari, sarà operata una detrazione dell'1% sul prezzo unitario del conglomerato fornito e/o posto in opera, da computare sulle quantità di riferimento attribuite ai saggi negativi;
- Per ogni punto percentuale ogni singola classe granulometrica oltre la sabbia che si scosta oltre la tolleranza ammessa, di +0 -5% per il conglomerato bituminoso base, +0 -3% per il per tutti gli altri tipi di conglomerato bituminoso, calcolata sul totale degli inerti, dalla curva accettata con le prove preliminari sarà operata una detrazione del 2% sul prezzo del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulle quantità di riferimento attribuite ai saggi;
- Nel caso che la curva granulometrica esca dai valori limite del fuso di capitolato, la Direzione dei Lavori si riserva di ordinare l'allontanamento della miscela dal cantiere e il rifacimento dello strato già posato a spese dell'Impresa;
- La stabilità di Marshall a 60 °C, verificata su provini confezionati con le miscele bituminose del cantiere non dovrà essere inferiore al 95% (limiti di tolleranza) della stabilità riscontrata sulla "miscela campione" e in nessun caso inferiore ai valori limiti: il mancato raggiungimento del valore minimo (limite) di stabilità Marshall comporterà l'allontanamento della miscela dal cantiere e il rifacimento dello strato già posato a spese dell'Impresa; per i valori di stabilità Marshall che risulteranno essere inferiori al 100% della stabilità riscontrata sulla "miscela campione" sarà invece operata la seguente detrazione: per ogni punto percentuale (1%) inferiore al 100% e fino al raggiungimento del valore limite, una detrazione del 2% sul prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulle quantità di riferimento attribuite ai saggi negativi, come sopra specificata;
- Se la percentuale di bitume, riscontrato sui campioni di una miscela bituminosa non rientra nelle tolleranze ammesse (tolleranze di +0 - 0,3 punti percentuali per base e +0 - 0,2 punti percentuali per tutti gli altri conglomerati bituminosi), sia in difetto sia in eccesso, sarà operata una detrazione per ogni 0,1 punto percentuale di scostamento pari al 2% del prezzo unitario del conglomerato bituminoso fornito e posto in opera, da computare sulla quantità di riferimento attribuita ai saggi negativi;
- Se il contenuto percentuale di vuoti residui, riscontrati nei singoli strati di pavimentazione in opera su campioni di carote, esce dalle tolleranze ammesse nelle prescrizioni, per ogni percentuale (1%) che esce dai limiti, inferiori o superiori, sarà operata una detrazione pari al 2% del prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulle quantità di riferimento attribuite ai saggi negativi, come sopra indicato;
- Per ogni 5% di spessore in meno oltre il 5% dello spessore di progetto, o da quanto indicato dalla Direzione dei Lavori, riscontrato sui singoli strati dei vari tipi di conglomerato bituminoso sarà operata una detrazione pari al 10% del rispettivo prezzo unitario del conglomerato fornito e posto in opera, da computare sulle quantità di riferimento attribuite ai saggi negativi, come sopra detto;

- Per gli strati di drenante il mancato rispetto della tolleranza ammessa, per la permeabilità misurata sulla media delle prove effettuate, si procederà con una penalizzazione pari al 10% sul prezzo rispetto al valore di progetto per valori non accettabili la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di ordinare la rimozione e il rifacimento dello strato drenante da parte dell'Impresa, senza che questo comporti ulteriori oneri a carico del Committente;
- Ogni avvallamento o scostamento superiore alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato, riscontrato sulla superficie dello strato di pavimentazione a diretto contatto con l'azione del traffico, comporterà la detrazione del 10% del prezzo di appalto del conglomerato fornito e posto in opera con un minimo di 10 (dieci) mq. di superficie o di 1.000 Kg. di impasto a peso;
- Qualora i valori di CAT e/o HS si rilevassero inferiori alle soglie stabilite, fissati in 55 per CAT, 55 BPN e 0,3 per HS, ove il CAT, BPN e HS rappresentano la media ogni 50 metri dei rispettivi valori campionati ogni 10 metri, fino al raggiungimento di valori di CAT di 45, 50 BPN e di HS di 0,3 e prevista una penalizzazione del 20% sul prezzo dello strato bituminoso interessato; al di sotto di tali valori si dovrà procedere gratuitamente all'asportazione completa dello strato con fresa ed alla ristesa dello strato.

In ogni caso qualora le deficienze riscontrate comportino gravi alterazioni sulla qualità e sicurezza delle pavimentazioni stradali finite, lavori la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di ordinare la rimozione e il rifacimento delle zone non a regola d'arte a totale carico dell'Impresa. Nessun compenso spetterà all'Impresa per maggiori forniture, prestazioni o lavori che non siano quelli contrattuali e/o ordinati per iscritto dalla Direzione dei Lavori, se pur causati da imperizia, accidentalità o comodità di esecuzione, anche se dalle circostanze dovessero derivare vantaggi alla Stazione Appaltante. Eventuali lavori di rifacimento, apportati dall'Impresa nel periodo in cui Le compete la manutenzione, ossia fra l'ultimazione dei lavori e il collaudo, non potranno superare il quinto dell'intera superficie. In caso contrario e in tutti quei casi in cui i risultati delle successive ispezioni o prove, non rispondessero ancora (dopo aver adottato i necessari accorgimenti, modificazioni e sostituzioni), ai requisiti, verranno applicate penali e verranno adottati provvedimenti tecnici e amministrativi, a carico dell'Impresa, come previsto dalle vigenti Leggi sui Lavori Pubblici.

Art. 59 - QUOTE DI INCIDENZA DELLA MANO D'OPERA, DEI MATERIALI, DEI TRASPORTI E DEI NOLI

(Art. 2 del D.M. 11 dicembre '78 pubblicato nella G.U. n. 357 del 23 dicembre '78)

**OPERE STRADALI
OPERE CON PIU' CATEGORIE DI LAVORI - TABELLA 6**

Elementi di costo più rappresentativi	incidenza	quote totali
a) Mano d'opera:		22%
b) Materiali:	mc. 7%	
1- Misto granulometrico	mc. 6%	
2- Pietrisco per calcestruzzi	q.le 6%	
3- Cemento 425	Kg. 11%	
4- Acciaio FeB 38K	Kg. 3%	
5- Bitume	33%	33%
c) Trasporti:	q.le/Km 19%	19%
6- Autocarro		
d) Noli:	ora 9%	
7- Bulldozer	ora 6%	
8- Escavatore	ora 5%	
9- Gru	ora 6%	
10- Martello perforatore e demolitore	26%	26%
		TOTALE 100%
Squadra tipo:		
Operai specializzati		n. 2
Operai qualificati		n. 1
Manovali specializzati		n. 10

Sandrigò, li

I Progettisti

II Presidente

Visto: **Il Responsabile del Procedimento**

INDICE

<u>NORME CONTRATTUALI E CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO</u>	<u>1</u>
<u>CAPITOLO I</u>	<u>1</u>
<u>SCHEMA DI CONTRATTO</u>	<u>1</u>
<u>ART. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO</u>	<u>1</u>
<u>ART. 2 - AMMONTARE DELL'APPALTO E DEGLI ONERI PER LA SICUREZZA DEL CANTIERE - GRUPPI DI LAVORI OMOGENEI</u>	<u>1</u>
<u>ART. 3 - DESIGNAZIONE DELLE OPERE</u>	<u>2</u>
<u>ART. 4 - OSSERVANZA DI LEGGI E REGOLAMENTI E DEL CAPITOLATO GENERALE D'APPALTO</u>	<u>4</u>
<u>ART. 5 - VARIAZIONI DELLE OPERE PROGETTATE</u>	<u>5</u>
<u>ART. 6 - CONDIZIONI DI AMMISSIBILITÀ ALLA GARA</u>	<u>6</u>
<u>ART. 7 - ESSENZIALITÀ DELLE CLAUSOLE - CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI DI APPALTO</u>	<u>6</u>
<u>ART. 8 – OFFERTE</u>	<u>6</u>
<u>ART. 9 - ESCLUSIONI DALLA GARA</u>	<u>6</u>
<u>ART. 10 - CAUZIONE PROVVISORIA</u>	<u>6</u>
<u>ART. 11 - CAUZIONE DEFINITIVA - COPERTURA ASSICURATIVA</u>	<u>7</u>
<u>ART. 12 - STIPULAZIONE DEL CONTRATTO</u>	<u>7</u>
<u>ART. 13 - DOCUMENTI DI CONTRATTO</u>	<u>7</u>
<u>ART. 14 - SUBAPPALTO E COTTIMO DEI LAVORI</u>	<u>7</u>
<u>ART. 15 - PROGRAMMA OPERATIVO DEI LAVORI</u>	<u>8</u>
<u>ART. 16 - CONSEGNA DEI LAVORI</u>	<u>8</u>
<u>ART. 17 - TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI - ULTIMAZIONE E PENALE PER RITARDO DEL TERMINE LAVORI</u>	<u>9</u>
<u>ART. 18 - SOSPENSIONE E RIPRESA DEI LAVORI – PROROGHE</u>	<u>9</u>
<u>ART. 19 - ANTICIPAZIONE</u>	<u>9</u>
<u>ART. 20 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI</u>	<u>9</u>
<u>ART. 21 - PAGAMENTI IN ACCONTO DEI LAVORI</u>	<u>10</u>
<u>ART. 22 - PREZZO A CORPO</u>	<u>10</u>
<u>ART. 23 - PREMIO DI ACCELERAZIONE</u>	<u>10</u>
<u>ART. 24 - DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI - LAVORO STRAORDINARIO, NOTTURNO E FESTIVO</u>	<u>10</u>
<u>ART. 25 - RINVENIMENTI - PROPRIETÀ DEGLI OGGETTI TROVATI</u>	<u>10</u>
<u>ART. 26 - BREVETTI</u>	<u>10</u>
<u>ART. 27 - ESPROPRI ED OCCUPAZIONI TEMPORANEE</u>	<u>10</u>
<u>ART. 28 - SICUREZZA DEL CANTIERE - RESPONSABILE E ADDETTO ALLA SICUREZZA - DIREZIONE TECNICA DEI LAVORI</u>	<u>11</u>
<u>ART. 29 - PAGAMENTO DEGLI ONERI PER LA SICUREZZA DEL CANTIERE</u>	<u>11</u>
<u>ART. 30 - DIRETTORE TECNICO DI CANTIERE</u>	<u>12</u>
<u>ART. 31 - DOMICILIO DELL'APPALTATORE - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE SUI LAVORI</u>	<u>12</u>
<u>ART. 32 - ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE - COMPENSI INCLUSI NEI PREZZI UNITARI</u>	<u>12</u>
<u>ART. 33 - DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE ALL'INVARIABILITÀ E ALLA REVISIONE DEI PREZZI</u>	<u>13</u>
<u>ART. 34 - DANNI DI FORZA MAGGIORE - COMPENSI IN CASO DI DANNI</u>	<u>13</u>
<u>ART. 35 - PROVE DEI MATERIALI</u>	<u>13</u>
<u>ART. 36 - RILEVAMENTI STATISTICI</u>	<u>14</u>
<u>ART. 37 - EVENTUALI LAVORI IN ECONOMIA: REGOLAMENTO</u>	<u>14</u>
<u>ART. 38 - LAVORI IN ECONOMIA DA ESEGUIRSI DA ALTRE DITTE</u>	<u>14</u>
<u>ART. 39 - PERSONALE DELL'IMPRESA - DISCIPLINA DEI CANTIERI</u>	<u>14</u>
<u>ART. 40 - SCRITTURE PER LA CONTABILITÀ DEI LAVORI</u>	<u>14</u>
<u>ART. 41 - CONTO FINALE</u>	<u>15</u>
<u>ART. 42 - DIFETTI DI COSTRUZIONE</u>	<u>15</u>
<u>ART. 43 - COLLAUDO ED INDAGINI ISPETTIVE DELLE OPERE - CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE</u>	<u>15</u>
<u>ART. 44 - MANUTENZIONE DELLE OPERE SINO AL COLLAUDO DEFINITIVO</u>	<u>15</u>
<u>ART. 45 - RESCSSIONE DEL CONTRATTO</u>	<u>15</u>

<u>ART. 46 - FUSIONI E CONFERIMENTI</u>	<u>15</u>
<u>ART. 47 - SOSPENSIONE DEI LAVORI PER PERICOLO GRAVE O PER MANCANZA DEI REQUISITI DI SICUREZZA</u>	<u>15</u>
<u>ART. 48 - ECCEZIONI DELL'APPALTATORE</u>	<u>16</u>
<u>ART. 49 - FORMA E CONTENUTO DELLE RISERVE</u>	<u>16</u>
<u>ART. 50 - DEFINIZIONE DELLE CONTROVERSIE</u>	<u>16</u>
<u>ART. 51 - TRATTAMENTO DEI DATI PERSONALI</u>	<u>16</u>
<u>ART. 52 - RISERVATEZZA DEL CONTRATTO</u>	<u>16</u>
<u>ART. 53 - DIFESA AMBIENTALE</u>	<u>16</u>
 <u>C A P I T O L O I I</u>	 <u>17</u>
 <u>CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO</u>	 <u>17</u>
<u>ART. 54 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI</u>	<u>17</u>
<u>ART. 55 - PROVE DEI MATERIALI - CERTIFICAZIONI DI CONFORMITÀ</u>	<u>37</u>
<u>ART. 56 - LE INDAGINI PRELIMINARI</u>	<u>37</u>
<u>ART. 57 - MODO DI ESECUZIONE DELLE OPERE E PRESCRIZIONI SPECIALI</u>	<u>39</u>
<u>ART. 58 - PROVVEDIMENTI TECNICO-AMMINISTRATIVI E PENALITÀ PER I MANTI E CONGLOMERATI ASFALTICI</u>	<u>113</u>
<u>ART. 59 - QUOTE DI INCIDENZA DELLA MANO D'OPERA, DEI MATERIALI, DEI TRASPORTI E DEI NOLI</u>	<u>114</u>