



PROVINCIA DI PISTOIA

Dipartimento Infrastrutture di comunicazione e trasporti
Servizio Viabilità

VARIANTE ALLA S.R. 66 PISTOIESE IN LOCALITA' LIMESTRE

COMUNE DI SAN MARCELLO PISTOIESE

PROGETTO ESECUTIVO

Capitolato speciale d'appalto

15RE

Data:
MAGGIO 2006

Revisione:
0

Scala:

Progettisti:

ing. Paolo Bellezza

arch. Michela Mochi

Redazione:

Responsabile del procedimento:

ing. Paolo Mazzoni

Staff progettazione:

geol. Andrea Bartolini

dis. David Barbieri

geom. Federico Anzuini

dis. Ligia Del Pilar Montalvo

PARTE PRIMA - DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

Art.1 - Oggetto dell'appalto

L'appalto ha per oggetto la realizzazione dei lavori relativi alla "VARIANTE ALLA SR66 PISTOIESE IN LOCALITA' LIMESTRE", secondo il progetto esecutivo elaborato nel mese di maggio 2006 dai dipendenti dell'Amministrazione Provinciale del Servizio Viabilità.

Tali opere sono costituite da:

- Realizzazione di un tratto di nuova strada extraurbana secondaria a due corsie parte in rilevato e parte in sterro costituente variante alla SR66 Pistoiese dal km. 59+770 in località Belvedere fino a ricollegarsi alla strada esistente al km. 60+450 in località Casina di lunghezza pari a m.460.
- Realizzazione di intersezione tra la strada di variante e la strada esistente con innesto di una strada privata
- Realizzazione di struttura scatolare in cemento armato gettato in opera sul fosso Carpineta e di muri di sostegno della strada in cemento armato con rivestimenti in muratura di pietra.
- Opere accessorie comprensive di sistemazioni idrauliche, opere a verde, barriere stradali, segnaletica e sistemazione di un tratto della strada esistente

Art.2 - Ammontare dell'appalto

L'importo complessivo dell'appalto ammonta a €787.000,00, di cui €769.270,00 soggetto a ribasso d'asta ed €17.730,00 per gli oneri della sicurezza non soggetto a ribasso d'asta.

Il contratto sarà stipulato interamente a corpo, ai sensi dell'art.326 della L.20.03.1865 n.2248, all.F e dell'art.19 comma 4 e dell'art.21 comma 1 lett.b) della L.109/94, mediante ribasso sull'importo di €769.270,00.

L'importo complessivo dell'appalto risulta suddiviso nelle categorie di lavoro elencate nel seguente prospetto:

Categorie DPR 34/00	Descrizione categorie	Lavori	Oneri sicurezza	Totale categoria	Percentuale
OG3	Strade, ponti e opere complementari	€ 681.819,36	€ 17.730,00	€ 699.549,36	88,89%
OS10	Segnaletica stradale non luminosa	€ 2.736,25		€ 2.736,25	0,35%
OS12	Barriere e protezioni stradali	€ 68.075,40		€ 68.075,40	8,65%
OS24	Verde e arredo urbano	€ 16.638,99		€ 16.638,99	2,11%
	TOTALE	€ 769.270,00	€ 17.730,00	€ 787.000,00	100,00%

L'importo contrattuale corrisponde alla somma dell'importo dei lavori come risultante dall'offerta dell'aggiudicatario presentata in sede di gara sull'importo soggetto a ribasso d'asta aumentato dell'importo degli oneri per la sicurezza e la salute dei lavoratori nel cantiere non soggetto a ribasso ai sensi dell'art.31 comma 2, della L.11.02.1994 n.109 e dell'art.12 comma 1 del D.leg.vo 14.08.1996 n.494.

Art.3 - Contabilizzazione dei lavori a corpo

Per le opere e provviste a corpo, il prezzo convenuto è fisso ed invariabile, senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla loro misura o sul valore attribuito alla qualità di dette opere o provviste e comprende tutte le opere, i lavori e ogni altro onere, necessari a dare compiute le opere appaltate.

I lavori dovranno essere eseguiti nel pieno rispetto delle regole d'arte e con i migliori accorgimenti tecnici per la loro perfetta esecuzione.

Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, anche se non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici oppure siano specificati nella descrizione dei lavori a corpo e non rilevabili dagli elaborati grafici. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole d'arte.

I prezzi unitari e globali in base ai quali saranno pagati i lavori appaltati risultano dall'elenco prezzi allegato al presente capitolato e comprendono:

- a) materiali: tutte le spese per la fornitura, trasporti, cali, perdite, imposte, nessuna eccettuata, per darli pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro;
- b) operai e mezzi d'opera: tutte le spese per fornire operai, attrezzi e macchinari idonei allo svolgimento dell'opera nel rispetto della normativa vigente in materia assicurativa, antinfortunistica e del lavoro;
- c) lavori: le spese per la completa esecuzione di tutte le categorie di lavoro, compreso impianti, opere provvisoriale e accessorie per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

La contabilizzazione sarà effettuata come previsto all'art.159 del DPR.554/99, con riferimento ai sottocorpi individuati all'art.19 del presente capitolato.

L'Ente appaltante si riserva di affidare in tutto o in parte ad altre ditte, senza che l'Appaltatore possa sollevare eccezioni o richieste di compensi, qualsiasi altra fornitura e nolo diverso eccedenti quelli previsti, che restano pertanto esclusi dall'appalto.

Non è prevista alcuna revisione dei prezzi e non trova applicazione l'art.1664 comma 1 del Codice Civile, ad eccezione di quanto previsto all'art.26 comma 4 e seguenti della L.109/94.

Art.4 - Conoscenza delle condizioni di appalto

L'assunzione dell'appalto di cui al presente Capitolato implica da parte dell'appaltatore:

- l'aver esaminato, minuziosamente e dettagliatamente il progetto composto da tutti gli elaborati progettuali, sotto il profilo tecnico, anche in merito al terreno di fondazione e ai particolari costruttivi, riconoscendolo a norma di legge e a regola d'arte, e di conseguenza perfettamente eseguibile senza che si possano verificare vizi successivi alla ultimazione dei lavori;
- l'essersi recato sul luogo di esecuzione dei lavori;
- l'aver preso conoscenza delle condizioni locali, della viabilità di accesso, di impianto del cantiere, delle condizioni del suolo su cui dovrà sorgere l'opera, delle cave eventualmente necessarie, dei mercati di approvvigionamento dei materiali e delle discariche autorizzate;
- l'aver effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori, oggetto dell'appalto, nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori posti in appalto;
- l'aver attentamente vagliato tutte le indicazioni e le clausole del presente Capitolato Speciale, le circostanze generali e particolari suscettibili di influire sulla determinazione dei prezzi, sulle condizioni contrattuali e sull'esecuzione dei lavori;
- l'aver giudicato i prezzi nel loro complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto.

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

Art.5 - Osservanza di leggi, regolamenti e norme in materia di appalto

L'appalto è regolato, oltre che dalle norme espressamente specificate dal presente capitolato speciale e dal contratto, dalle seguenti leggi, regolamenti e norme e successive modifiche e integrazioni che si intendono qui integralmente richiamate, conosciute ed accettate dall'Appaltatore, salvo diversa disposizione del presente capitolato:

- L. 20.03.1865 n.2248 allegato F;
- L. 5.11.1971 n.1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

- L. 2.02.1974 n.64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”
- L.19.03.1990 n.55 “Nuove disposizioni per la prevenzione della delinquenza di tipo mafioso e di altre gravi forme di manifestazione di pericolosità sociale”
- D.M. 18.02.1992 n.223 “Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza”
- D.L.vo 30.04.1992 n.285 "Nuovo codice della strada"
- D.P.R. 16.12.1992 n.495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada”
- L. 11.02.1994 n.109 "Legge quadro in materia di lavori pubblici"
- D.P.R. 24.07.1996 n.503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".
- D.L.vo 14.08.1996 n.494 "Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili"
- D.P.R. 21.12.1999 n.554 "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11.02.1994 n.109 e successive modificazioni"
- D.P.R. 25.01.2000 n.34 “Regolamento recante istituzione del sistema di qualificazione per gli esecutori di lavori pubblici, ai sensi dell’art.8 della L.109/94 e successive modificazioni”
- D.M. LLPP. 19.04.2000 n.145 “Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell’art.3 comma 5 della L.11.02.1994 n.109 e successive modificazioni” di seguito denominato Capitolato Generale
- D.M. Infrastrutture e Trasporti 5.11.2001 n.5 “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- L. 1.08.2002 n.166 “Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti”
- D.P.R. 3.07.2003 n.222 “Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili, in attuazione dell’art.31 comma 1 della L.11.02.1994 n.109”
- D.P.G.R.T. 2.08.2004 n.41/R “Regolamento regionale per l’esercizio delle funzioni di competenza regionale in materia di viabilità, ai sensi dell’art.22, comma 4, della L.R. 1.12.1998 n.88”

Inoltre l'Appaltatore si intende obbligato all'osservanza di leggi, decreti, regolamenti e circolari vigenti nella Regione Toscana e nella Provincia di Pistoia, di tutte le disposizioni normative e retributive risultanti dai contratti collettivi di lavoro, di tutte le norme tecniche del C.N.R., U.N.I., C.E.I. e di tutte le norme modificative e sostitutive che venissero eventualmente emanate nel corso dell'esecuzione dei lavori, di ogni altra norma di leggi statali e regionali, decreti, istruzioni ministeriali e regolamenti vigenti inerenti e conseguenti la materia di appalto e di esecuzione di opere pubbliche, che l'appaltatore, con la firma del contratto, dichiara di conoscere integralmente impegnandosi all'osservanza delle stesse.

Art.6 - Documenti del contratto

Sono parte integrante e sostanziale del contratto:

- 1) Capitolato Generale
- 2) Capitolato Speciale d'appalto (15RE)
- 3) Elenco dei prezzi unitari (12RE)
- 4) Piano di sicurezza e coordinamento:
 - Relazione generale (16SI)
 - Costi della sicurezza (17SI)
 - Cronoprogramma (18SI)
 - Planimetria – scala 1 : 1.000 (19SI)
- 5) Piano operativo di sicurezza
- 6) Cronoprogramma (11RE)

7) Elaborati grafici:

- Planimetria generale – scala 1 : 500 (20ST)
- Profili longitudinali - scala 1 : 1.000 / 100 (21ST)
- Sezioni trasversali asse principale da 1 a 21 – scala 1 : 100 (22ST)
- Sezioni trasversali asse principale da 22 a 37 – scala 1 : 100 (23ST)
- Sezioni trasversali asse principale da 38 a 53 – scala 1 : 100 (24ST)
- Sezioni trasversali asse principale da 54 a 69 – scala 1 : 100 (25ST)
- Sezioni trasversali diramazioni – scala 1 : 100 (26ST)
- Sezioni tipo – scala 1 : 50 (27ST)
- Tracciamento – Planimetria - scala 1 : 500 (28ST)
- Sistema drenante – Planimetria e sezioni – scala 1 : 500/50/20 (29ST)
- Terre rinforzate – Particolari costruttivi – scala 1 : 200/100/50/20/10 (30ST)
- Opere accessorie - Planimetria – scala 1 : 500/20 (31ST)
- Segnaletica - Planimetria – scala 1 : 500 (32ST)
- Scatolare fosso Carpineta – Pianta e sezioni – scala 1 : 50 (33OP)
- Scatolare fosso Carpineta - Strutture – scala 1 : 100/50/10 (34OP)
- Muri di sostegno – Pianta, sezioni e strutture – scala 1 : 50/200/20 (35OP)
- Opere idrauliche minori – Pianta e sezioni – scala 1 : 20 (36OP)

In caso di eventuale contrasto tra gli elaborati progettuali e di contratto l'ordine di prevalenza è il seguente:

- 1) Contratto di appalto
- 2) Capitolato speciale d'appalto
- 3) Elaborati progettuali grafici
- 4) Piano di sicurezza e coordinamento
- 5) Elenco Prezzi

L'interpretazione delle clausole contrattuali, delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto e degli elaborati progettuali grafici, 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.

Art.7 - Piani di sicurezza

Il cantiere oggetto dell'appalto regolato dal presente capitolato rientra nelle ipotesi di cui all'art.3 comma 3 del D.Leg.vo 494/96.

Il piano di sicurezza e di coordinamento è stato redatto dalla Provincia di Pistoia ai sensi dell'art.12 del D.Leg.vo 14.08.1996 n.494. L'appaltatore è obbligato ad osservare, scrupolosamente e senza riserve o eccezioni, quanto previsto nel suddetto piano.

L'appaltatore entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori (o in corso d'opera), può trasmettere al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori proposte integrative o di modifica al piano ai sensi dell'art.12 comma 5 del D.Leg.vo 494/96 e dell'art.31 comma 1bis lettera a) della L.109/94 ove ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza sia per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'Impresa, sia per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori.

L'appaltatore entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima della stipula del contratto è obbligato a redigere e consegnare un piano operativo di sicurezza ai sensi dell'art.9 comma 1 del D.Leg.vo 494/96 e dell'art.31 comma 1bis lettera c) della L.109/94.

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

Gli oneri per la sicurezza rimarranno invariabili. In nessun caso le eventuali modifiche o integrazioni possono giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti in sede di gara, salvo espressa previsione eventualmente contenuta nelle varianti in corso d'opera.

In caso di accertata inosservanza delle norme di sicurezza, i pagamenti delle relative somme non saranno effettuati.

Le gravi e ripetute violazioni dei piani suddetti da parte dell'Appaltatore, comunque accertate, previa formale costituzione in mora, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

L'Impresa, per tutta la durata dei lavori, è tenuta a nominare, in qualità di proprio rappresentante e di preposto alla sicurezza e salute dei lavoratori ai sensi del D.Lgs. 626/94, un direttore unico dei cantieri, nella persona di un tecnico di provata esperienza, al quale verranno comunicati a tutti gli effetti gli ordini verbali o scritti e il cui nominativo dovrà essere preventivamente comunicato alla Direzione Lavori ed al Coordinatore per l'Esecuzione ai sensi del D.Lgs. 494/96.

In particolare il suddetto direttore, il cui nominativo e recapito dovranno comparire in modo chiaro nei cartelli indicanti i lavori, apposti alle estremità dei cantieri, dovrà essere sempre presente sui luoghi dei lavori stessi o comunque rendersi reperibile, salvo nomina espressa di un sostituto, in modo che, anche in occasione di visite senza preavviso della Direzione Lavori questi possa essere interpellato.

Art.8 - Consegna dei lavori

La consegna dei lavori dovrà avvenire entro quarantacinque giorni dalla data di stipulazione del contratto e dovrà risultare da apposito verbale ai sensi dell'art.130 del DPR.554/99. Essa potrà essere effettuata, per motivi di urgenza e su autorizzazione del responsabile del Procedimento, subito dopo l'aggiudicazione definitiva dell'appalto e prima della stipula del contratto ai sensi degli artt.129, commi 1 e 4, del DPR.554/99. L'Appaltatore, nell'eseguire i lavori in conformità del progetto, dovrà uniformarsi agli ordini di servizio ed alle istruzioni e prescrizioni che gli saranno comunicate per iscritto dal Direttore dei lavori, fatte salve le sue riserve nel registro di contabilità.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di consegnare i lavori in più volte con successivi verbali di consegna parziale.

Art.9 - Oneri a carico dell'appaltatore

L'Appaltatore si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo di lavoro corrispondente alla propria categoria in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori e negli accordi integrativi territoriali e aziendali e ad osservare tutti gli adempimenti di accantonamento e contribuzione verso tutti gli Istituti previdenziali, assicurativi e antinfortunistici.

I suddetti obblighi vincolano l'Appaltatore anche nel caso non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse ed indipendentemente dalla natura industriale e artigiana, dalla struttura e dimensione dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica e sociale.

L'Appaltatore è altresì responsabile in solido verso l'ente appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto.

In caso di inottemperanza agli obblighi di cui sopra, accertata dall'Amministrazione o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, l'Amministrazione comunicherà all'impresa e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà a una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso d'esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono già ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia degli adempimenti degli obblighi di cui sopra. Analoga procedura verrà attivata nei confronti dell'impresa appaltatrice quando venga accertata una inadempienza da parte della ditta subappaltatrice. Il pagamento all'impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti. Per le detrazioni e sospensioni dei pagamenti di cui sopra, l'impresa non può opporre eccezioni alla stazione appaltante, né avere titolo a risarcimento danni. Qualora gli importi così trattenuti non risultassero in grado di coprire l'intero debito dell'appaltatore, l'Amministrazione si riserva di trattenere gli importi che risultassero dovuti agli istituti assicurativi sulle ritenute di garanzia e sulla cauzione.

Per consentire la verifica dell'esatto adempimento degli obblighi di cui al presente articolo, l'Appaltatore deve dotare di tessera di riconoscimento tutto il personale operante nel cantiere e fornire al Direttore dei Lavori copia dei libri matricola dell'impresa e delle eventuali imprese subappaltatrici.

L'Appaltatore dovrà comunicare al Direttore dei Lavori i nominativi delle imprese e dei lavoratori autonomi che opereranno per suo conto nel cantiere e per i quali non sia necessaria la richiesta di subappalto, prima che questi accedano al cantiere, ai sensi dell'art.18 comma 12 della L.55/90 e successive modificazioni.

L'appaltatore dovrà trasmettere al Direttore dei Lavori, con cadenza quadrimestrale, anche da parte, suo tramite, dei subappaltatori, tutte le notizie relative all'impiego della manodopera ed in particolare il calcolo dell'importo netto dei lavori eseguiti, il numero delle giornate-operaio impiegate nello stesso periodo e copia dei versamenti contributivi, previdenziali ed assicurativi, nonché quelli dovuti agli organismi paritetici, previsti dalla contrattazione collettiva. La Direzione dei Lavori ha, tuttavia, la facoltà di procedere alla verifica di tali versamenti in sede di emissione dei certificati di pagamento.

Sarà obbligo dell'appaltatore di adottare nell'esecuzione dei lavori tutti i provvedimenti e le cautele necessari per garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori e ai terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Rimane stabilito che egli assumerà ogni ampia responsabilità sia civile che penale nel caso di infortuni.

La mancata ottemperanza dell'Appaltatore alle precedenti disposizioni sarà considerata grave inadempienza contrattuale.

L'Impresa appaltatrice dovrà usare tutte le cautele e assicurazioni possibili nell'eseguire opere di sbancamento, scavi o di altre lavorazioni che possano interferire o arrecare danno ai servizi pubblici sotterranei e aerei quali cavi elettrici e per telecomunicazioni, condotte d'acqua, tubi per l'erogazione del gas.

Prima di dare inizio ai lavori di scavo l'Appaltatore è tenuto, sulla scorta degli elaborati progettuali, a informarsi presso gli Enti interessati dell'esatta ubicazione, nella zona in cui dovrà svolgere i lavori, dei cavi sotterranei e delle condutture affinché questi segnalino la loro ubicazione e profondità nelle aree oggetto di intervento.

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

L'Impresa resterà comunque unica responsabile di eventuali danni a persone o cose di qualsiasi genere e tipo che potessero derivare dalla interferenza dei lavori di scavo con le suddette canalizzazioni, rimanendo del tutto estranea l'Amministrazione da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Oltre a quanto previsto nel presente Capitolato e nel Capitolato Generale, sono a carico dell'appaltatore i seguenti oneri e gli obblighi che seguono con le relative spese:

- 1) La fornitura prima dell'effettivo inizio dei lavori della prova dell'avvenuta assicurazione contro gli infortuni sul lavoro per tutta la durata dei lavori appaltati e dell'avvenuta comunicazione dell'apertura del cantiere agli enti previdenziali e assicurativi quali Cassa Edile, I.N.P.S. e I.N.A.I.L.
- 2) La trasmissione alla società che ha prestato la copertura assicurativa per danni di esecuzione e responsabilità di civile a terzi ai sensi dell'art.103 D.P.R. 554/99 del nominativo dei subappaltatori e dei lavori subappaltati
- 3) L'adozione, nell'esecuzione di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati.
- 4) La fornitura di n.2 cartelli informativi dei lavori e la relativa installazione nei siti indicati dalla Direzione dei Lavori, entro 7 giorni dalla consegna dei lavori. I cartelli delle dimensioni minime di m.2x2 dovranno essere conformi a quanto previsto dalla L.55/90 e dalle circolari M.LL.PP. 24.06.1953 n.189 e 1.06.1990 n.1729/UL; i cartelli dovranno essere mantenuti e sostituiti in caso di degrado fino alla ultimazione dei lavori; in caso di contestazione degli organi di polizia, ogni addebito all'Amministrazione verrà addebitato all'Appaltatore in sede di contabilità. I cartelli informativi di cui al presente articolo non sostituiscono quelli previsti dal vigente Codice della Strada per la segnalazione dei cantieri stradali e non esimono l'impresa dalla relativa fornitura e posa in opera. Tanto i cartelli che le armature di sostegno dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e di decoroso aspetto e mantenuti in ottimo stato fino al collaudo dei lavori.

- 5) La fornitura del cantiere attrezzato in relazione alla entità dell'opera con i relativi impianti per assicurare la perfetta esecuzione di tutte le opere da costruire compreso la delimitazione del cantiere.
- 6) L'apposizione e il mantenimento dei cartelli stradali di segnalamento, di delimitazione e dei dispositivi che assicurino la sicurezza della circolazione e dei lavoratori, nonché la visibilità diurna e notturna nei cantieri su strada e relative pertinenze, in conformità al nuovo Codice della Strada e dal relativo regolamento di esecuzione e di attuazione vigente.
- 7) La comunicazione alla Direzione Lavori nei tempi e modalità stabiliti di notizie sul numero di operai per giorno, con nominativo, qualifica e ore lavorative, sui giorni in cui non si è lavorato con relativo motivo e sui lavori eseguiti.
- 8) Le spese per gli allacciamenti provvisori dei servizi idrici, elettrici, gas e telefonici necessari per il funzionamento del cantiere e l'esecuzione dei lavori, nonché le spese di utenza e consumo relative ai predetti servizi.
- 9) Le pratiche presso Amministrazioni od Enti per permessi, licenze, concessioni, autorizzazioni, per opere di presidio, installazione del cantiere, occupazioni temporanee di suoli pubblici o privati, non ricompresi nel piano particellare d'espropri, interruzioni provvisorie di pubblici servizi, attraversamenti, trasporti speciali, uso delle discariche e relative spese per tasse, diritti, indennità, canoni e cauzioni. In difetto rimane ad esclusivo carico dell'appaltatore ogni eventuale multa o contravvenzione nonché il risarcimento degli eventuali danni.
- 10) La verifica della situazione idrica della zona, l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazione concorrenti nei cavi e l'adozione di opere provvisorie per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere, in generale.
- 11) L'immediato sgombero del suolo pubblico per aree di cantiere e di deposito, in caso di richiesta della Direzione Lavori.
- 12) La pulizia continua degli ambienti circostanti il cantiere qualora la sporcizia sia derivante dal cantiere.
- 13) L'esecuzione e conservazione di tutti i modelli e campioni dei lavori e materiali richiesti dalla Direzione Lavori muniti di sigilli e firme della Direzione lavori e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantirne l'autenticità.
- 14) Le analisi delle caratteristiche dei materiali inerti, dei bitumi e delle miscele di conglomerati da sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori (prove preliminari di qualificazione).
- 15) Le prove ed analisi di cui all'art.15 comma 8 del Capitolato Generale
- 16) Le spese per l'esecuzione di qualsiasi tipo di controllo sui materiali impiegati nel presente appalto su richiesta della Direzione Lavori.
- 17) Le prove di carico e le verifiche delle varie strutture che venissero ordinate dalla Direzione Lavori o dal Collaudatore e l'apprestamento di quanto occorrente per l'esecuzione di tali prove e verifiche.
- 18) Le spese per tutte le indagini, prove e controlli che il collaudatore o i collaudatori riterranno opportuno disporre, a loro insindacabile giudizio e per gli eventuali ripristini.
- 19) La fornitura di fotografie delle opere in corso e nei vari periodi dell'appalto, nel numero e dimensioni che saranno volta per volta fissati dalla Direzione Lavori e comunque in numero tale da documentare l'esecuzione dei lavori, in particolare modo per lavorazioni di particolare complessità o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione.
- 20) Lo sgombero e la pulizia del cantiere entro 30 giorni dall'ultimazione dei lavori, con la rimozione di tutti i materiali residuali, i mezzi d'opera, le attrezzature e gli impianti esistenti nonché con la perfetta pulizia di ogni parte e di ogni particolare delle opere da sfabbricidi, calcinacci, sbavature, pitture, unto ecc.
- 21) Il risarcimento di eventuali danni arrecati a proprietà pubbliche, private o persone, durante lo svolgimento dei lavori.

- 22) La fornitura degli operai e tecnici qualificati occorrenti per rilievi, tracciamenti e misurazioni relativi alle operazioni di consegna, verifica e contabilità dei lavori e dei mezzi, attrezzature e strumentazione scientifica occorrenti per dette operazioni.
- 23) La vigilanza del cantiere sia diurna che notturna e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera, affidata a persone provviste della qualifica di "guardia particolare giurata" (art.22 della L.13.09.1982 n.646), compreso l'onere per la buona conservazione delle opere realizzate e dell'intero cantiere fino a collaudo ultimato.
- 24) Il deposito presso l'Ufficio Regionale per la Tutela dell'Acqua e del Territorio dei calcoli strutturali ai sensi della L.1086/71 e della L.64/1974, previa controllo e firma del Progettista e Direttore Lavori.
- 25) L'attivazione della procedura, qualora ricorrano le circostanze di possibile rinvenimento di ordigni bellici, prima dell'inizio dei lavori e durante lo svolgimento di essi e a mezzo di ditta specializzata ed allo scopo autorizzata dalle competenti Autorità, alla bonifica, sia superficiale che profonda, dell'intera zona sulla quale si svolgono i lavori ad essa affidati, sino ai confini dei terreni espropriati dall'Amministrazione Provinciale, per rintracciare e rimuovere ordigni ed esplosivi di qualsiasi specie, in modo che sia assicurata l'incolumità di tutte le persone addette ai lavori, alla loro sorveglianza, alla loro direzione. Pertanto l'Appaltatore sarà responsabile di qualsiasi incidente che possa verificarsi per incompleta o poco diligente bonifica, rimanendone invece sollevata in tutti i casi l'Amministrazione Provinciale. A bonifica avvenuta l'Appaltatore è tenuto ad attestarne la buona riuscita tramite certificazione rilasciata dalla competente Autorità.
- 26) Gli oneri per assicurare il transito lungo le strade ed i passaggi pubblici e privati, che venissero intersecati o comunque disturbati nella esecuzione dei lavori, provvedendo a sue spese con opere provvisoriale e con le prescritte segnalazioni, oppure studiando con la Direzione Lavori eventuali deviazioni di traffico su strade adiacenti esistenti o su percorsi individuati all'interno del cantiere.
- 27) Il rispetto delle prescrizioni imposte dall'Autorità Idraulica competente in merito agli attraversamenti ed ingombri provvisoriale di fiumi e corsi d'acqua.
- 28) Gli oneri derivanti dallo smaltimento dei rifiuti derivanti dall'esecuzione dei lavori appaltati e giudicati dalla Direzione Lavori non reimpiegabili in cantiere o in altre lavorazioni indicate dall'Amministrazione Provinciale, ove non sia stabilito diversamente nel Capitolato. Tali rifiuti da smaltire diventeranno di proprietà dell'Appaltatore, il quale si impegna a fornire la prova del loro regolare conferimento a discarica. In difetto di tale documentazione, l'Amministrazione Provinciale sarà in diritto di sospendere il pagamento del saldo del conto finale.

Quando l'appaltatore non adempia a tutti questi obblighi, l'appaltante sarà in diritto, previo ordine di servizio, e restando questo senza effetto, entro il termine fissato, di provvedere direttamente alla spesa necessaria, disponendo il dovuto pagamento a carico dell'appaltatore. L'importo anticipato dall'Amministrazione Provinciale e l'applicazione di una penale pari al 10% sulle spese anticipate saranno addebitati sul certificato di pagamento in acconto, successivo all'accertamento.

Resta contrattualmente convenuto che non saranno considerati come danni di forza maggiore le solcature, gli scoscendimenti, gli altri guasti o gli interramenti degli scavi provocati da precipitazioni anche di eccezionale intensità o da infiltrazioni di acque sorgive anche di eccezionale portata, né i danni arrecati da piene di fiumi o da abbondanti neviccate, se non d'importanza tale da interessare la stampa locale, né i franamenti di qualsiasi mole conseguenti ai lavori di scavo.

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

Il Direttore dei Lavori ha il diritto di esigere il cambiamento 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.10 - Programma di esecuzione dei lavori

In genere l'Appaltatore avrà la facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché a giudizio della Direzione Lavori non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione Appaltante ed a condizione che venga rispettato quanto previsto nel piano di sicurezza e di coordinamento.

L'Appaltatore deve presentare all'approvazione della Direzione Lavori entro trenta giorni dalla stipula del contratto e comunque prima dell'inizio degli stessi, un dettagliato programma di esecuzione delle opere che intende eseguire, ai sensi dell'art.45 comma 10 del D.P.R.554/99. Il programma approvato, mentre non vincola la Stazione Appaltante che potrà ordinare modifiche anche in corso di attuazione, è invece impegnativo per l'Appaltatore che ha l'obbligo di rispettarlo.

La mancata osservanza delle disposizioni del presente articolo dà facoltà all'Appaltante di risolvere il contratto per colpa dell'Appaltatore.

L'Amministrazione Provinciale si riserverà il diritto di stabilire 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.11 - Sospensioni o riprese dei lavori

Per le sospensioni e le riprese dei lavori si fa espresso riferimento all'art.133 del D.P.R. 554/99 e all'art.24 del D.M. 145/00.

Ai fini di eventuali sospensioni o proroghe non sarà tenuto conto di una percentuale di giorni piovosi inferiore o uguale al 20% del tempo previsto per dare compiuti i lavori, come rilevato dal pluviometro ufficiale più vicino.

Ai fini di cui sopra è definito "giorno piovoso" il giorno, lavorativo o meno e con riferimento agli orari di lavoro giornalieri 8-12 e 13-17, nel quale sia verificata una delle seguenti condizioni:

- pioggia > 0.5 mm/h per tutte le prime 3 ore di lavoro;
- pioggia > 0.5 mm/h per almeno 4 ore nell'orario di lavoro giornaliero.

Tenuto conto delle condizioni meteorologiche della zona in cui saranno effettuati i lavori posta a quote altimetriche superiori a 750m.s.l.m., soggetta nei mesi invernali a nevicate e basse temperature, si prevede già in questa fase di effettuare due sospensioni ai sensi dell'art.133 del DPR 554/99 della durata ciascuna di circa 120 giorni naturali e consecutivi nelle stagioni invernali presumibilmente da novembre a febbraio. Tali sospensioni, i cui verbali di sospensione lavori saranno effettivamente redatti quando a causa delle condizioni meteorologiche non si ritiene possibile far eseguire le lavorazioni previste nel cronoprogramma per lungo periodo, sono state già previste nel cronoprogramma stesso e pertanto sono già stati considerati nei costi della sicurezza i necessari apprestamenti di cantiere e segnalazioni per tale periodo di sospensione. Qualora tali sospensioni siano complessivamente di durata inferiore a 180 giorni l'Amministrazione potrà procedere ad una revisione dei costi della sicurezza in funzione dei minori costi di mantenimento del cantiere.

Per quanto riguarda le condizioni previste dall'art.24 comma 4 del Capitolato Generale in base alle quali l'Appaltatore può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità si precisa che tale diritto potrà essere invocato soltanto qualora le sospensioni durino per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi, ai sensi dell'art.12 del presente Capitolato, o comunque quando superino sei mesi complessivi, detraendo da tali sospensioni i 240 giorni già previsti nel presente Capitolato.

Art.12 - Termini di esecuzione e penali

Il tempo utile per l'esecuzione di tutti i lavori è fissato in 330 (trecentotrenta) giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.

In detto tempo è compreso quello occorrente per l'impianto del cantiere e per ottenere dalle competenti Autorità le eventuali concessioni, licenze e permessi di qualsiasi natura e per ogni altro lavoro preparatorio da eseguire prima dell'effettivo inizio.

I giorni nei quali saranno redatti i verbali di consegna e di sospensione dei lavori non saranno conteggiati fra quelli utili mentre i giorni nei quali verranno redatti i verbali di ripresa e di ultimazione delle opere saranno a tale scopo conteggiati. La data di ultimazione dei lavori risulterà dal relativo certificato.

L'Appaltante provvederà ad ottemperare alle formalità prescritte dalla legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, prima di consegnare all'appaltatore i terreni occorrenti per l'esecuzione delle opere appaltate. Qualora durante il corso dei lavori insorgessero difficoltà a causa dell'occupazione dei terreni, che richiedessero un rallentamento od anche una sospensione dei lavori, l'Appaltatore non avrà diritto a compensi, ma potrà solo ottenere una proroga nel caso che l'impedimento fosse tale da non permettere l'ultimazione dei lavori nel termine stabilito dal presente Capitolato.

La penale di cui all'art.117 del DPR.554/99 è stabilita in €750 per ogni giorno di ritardo nell'ultimazione dei lavori, fino alla concorrenza del 10% del medesimo importo. Tale penale sarà dedotta dall'importo del conto finale.

Art.13 - Varianti in corso d'opera

L'Amministrazione, tramite il Direttore dei Lavori, si riserva l'insindacabile facoltà di introdurre nelle opere stesse, sia all'atto della consegna dei lavori, sia in sede di esecuzione, varianti ai sensi dell'art.25 della L.109/94, dell'art.134 del DPR.554/99 e degli artt.10, 11 e 12 del Capitolato Generale, senza che l'appaltatore possa da ciò trarre motivi per avanzare pretese di compensi e indennizzi di qualsiasi natura e specie.

Per l'eventuale esecuzione di lavori non previsti nel progetto si procederà, prima dell'esecuzione di tali opere, al concordamento dei nuovi importi di sottocorpi, in sostituzione o in aggiunta a quelli indicati al successivo art.19. A tale scopo si utilizzerà l'elenco prezzi unitari allegato al progetto e, qualora per tali lavori non ci siano prezzi corrispondenti, si ragguaglieranno a quelli di lavorazioni simili compresi nel contratto o si farà riferimento al "Prezzario Ufficiale del Provveditorato Regionale alle OO. PP per la Toscana" più recente. I lavori verranno comunque contabilizzati a corpo e pertanto l'importo dei nuovi sottocorpi risulterà dal prodotto dei prezzi unitari come sopra determinati per le misure risultanti dalle varianti al progetto.

Tutti i nuovi prezzi saranno soggetti a ribasso d'asta.

Art.14 - Liquidazione dei corrispettivi

All'Appaltatore saranno corrisposti in corso d'opera pagamenti in acconto ogni qualvolta l'ammontare dei lavori eseguiti e degli oneri per la sicurezza relativi supererà, dedotti gli acconti già corrisposti e al lordo del ribasso di gara e delle ritenute previste per legge, l'importo di €150.000,00 (Euro centocinquantamila).

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

Il certificato di pagamento dell'ultimo acconto sarà effettuato, qualunque ne sia l'ammontare netto, dopo l'ultimazione dei lavori e la redazione del conto finale.

La contabilizzazione di tutti gli oneri per la sicurezza spettanti all'appaltatore sarà calcolata dal Direttore dei Lavori, di concerto con il Coordinatore per l'Esecuzione, a percentuale in funzione dell'avanzamento dei lavori. Gli stati d'avanzamento dovranno riportare il visto del Coordinatore per la sicurezza attestante il rispetto degli adempimenti in materia di sicurezza.

Gli stati d'avanzamento dovranno essere redatti entro trenta giorni dal raggiungimento dell'importo prescritto per ciascuna rata, in base ai dati risultanti dai documenti contabili.

Il ritardo dei suddetti acconti non darà diritto all'appaltatore di sospendere o di rallentare i lavori, né di chiedere lo scioglimento del contratto.

I lavori saranno finanziati dalla Regione Toscana con riferimento alla D.C.R. 126/01 e successive modifiche piano 2001.

I termini per disporre i pagamenti degli importi dovuti in base ai certificati di pagamento e al certificato di collaudo provvisorio di cui all'art.29 del Capitolato Generale decorrono dal ricevimento della fattura se successiva all'emissione dei certificati stessi o dalla presentazione della garanzia fideiussoria nel caso di rata di saldo.

Nel calcolo del suddetto termine non sarà preso in considerazione, ai fini del calcolo degli interessi di cui all'art.30 dello stesso Capitolato, il periodo intercorrente tra la richiesta da parte dell'Amministrazione Provinciale alla Regione Toscana dei relativi ratei fino al momento dell'erogazione.

I prezzi e gli importi indicati sono sempre al netto dell'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.).

L'ammontare di detta imposta, da conteggiarsi separatamente, sarà versata all'impresa dall'Amministrazione come previsto dalle vigenti norme di legge.

La Provincia di Pistoia non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori, e dei cottimisti e l'Appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate, ai sensi dell'articolo 18, comma 3-bis, della legge n.55/90.

Art.15 - Controlli – Prove e verifiche dei lavori

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

La Direzione Lavori potrà procedere in qualunque momento all'accertamento delle opere compiute. Qualora l'Appaltatore non si prestasse ad eseguire in contraddittorio tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio, scaduto il quale gli verranno addebitati i maggiori oneri per conseguenza sostenuti. In tal caso, inoltre, l'Appaltatore non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione o nell'emissione dei certificati di pagamento.

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

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

In ogni caso prima di dar corso ai perfezionamenti o rifacimenti richiesti, dovranno essere predisposte, in contraddittorio fra le parti, i necessari controlli o prove.

Art.16 - Specifiche modalità e termini di collaudo

Il conto finale verrà compilato entro tre mesi dalla data di ultimazione dei lavori, quale risulta da apposito certificato del Direttore dei Lavori.

E' in facoltà dell'Appaltante di richiedere, prima della ultimazione dei lavori o del loro collaudo, il funzionamento parziale o totale delle opere eseguite, con le modalità di cui all'art.200 del D.P.R.554/99.

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.

Il collaudo deve essere ultimato non oltre sei mesi dall'ultimazione dei lavori.

Sino a che non sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo delle opere e fatte salve le maggiori responsabilità sancite dall'art. 1669 del C.C., la manutenzione delle stesse verrà tenuta a cura e spese dell'Impresa.

Questa, anche in presenza del traffico esistente sulle opere già in esercizio, eseguirà la manutenzione portando il minimo possibile turbamento al traffico medesimo, provvedendo a tutte le segnalazioni provvisorie necessarie alla sicurezza del traffico, osservando sia le disposizioni di legge, sia le prescrizioni che dovesse dare la Direzione Lavori. Per gli oneri che ne derivassero l'Impresa non avrà alcun diritto a risarcimento o rimborso.

Ove l'Appaltatore non provvedesse nei termini prescritti dalla Direzione dei Lavori con invito scritto, si procederà d'ufficio, e la spesa andrà a debito dell'Impresa stessa.

All'atto del collaudo le superfici dovranno apparire in stato di ottima conservazione, senza segno di sgretolamento, solcature, ormaie, ondulazioni, screpolature. l'allontanamento delle acque meteoriche dalla sede stradale e sue pertinenze, in ogni tratto ed in ogni caso, dovrà avvenire con facilità e rapidità.

Art.17 - Danni di forza maggiore

Per eventuali danni alle opere per causa di forza maggiore si fa riferimento all'139 del D.P.R.554/1999 e all'art.20 del Capitolato Generale.

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

Art.18 - Modalità di soluzione delle controversie

In caso di contenzioso si applicherà l'art.31bis della L.109/94 e successive modificazioni.

Tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario di cui al comma 1, saranno deferite al giudice del luogo ove il contratto è stipulato. E' esclusa pertanto la clausola arbitrale.

Art.19 - Suddivisione dei lavori in sottocorpi

I lavori da realizzare e da contabilizzare interamente a corpo sono individuati negli elaborati grafici progettuali di cui all'art.6 del presente Capitolato e descritti nel presente capitolo.

I lavori sono stati suddivisi in gruppi e in successivi sottocorpi in funzione dei tipi di lavorazione e della loro ubicazione, ai fini di una migliore individuazione e di una più facile contabilizzazione.

Il prospetto riassuntivo dei sottocorpi è il seguente:

N.	Descrizione	Importo	Percentuale
C1	OPERE D'ARTE		
C1.1	Muri a retta	€ 90.044,89	11,71%
C1.2	Scatolare	€ 117.953,55	15,33%
C2	SISTEMAZIONI IDRAULICHE		
C2.1	Trincee drenanti	€ 38.362,67	4,99%
C2.2	Opere idrauliche minori	€ 21.845,72	2,84%
C3	CORPO STRADALE		
C3.1	Corpo stradale	€ 239.635,96	31,15%
C4	FINITURE STRADALI		
C4.1	Zanella	€ 2.794,06	0,36%
C4.2	Raccordi superficiali	€ 6.025,92	0,78%
C5	PAVIMENTAZIONI		
C5.1	Pavimentazioni	€ 143.565,01	18,66%
C6	IMPIANTI		
C6.1	Impianti	€ 9.082,93	1,18%
C7	OPERE A VERDE		
C7.1	Inerbimento	€ 8.673,99	1,13%
C7.2	Piantumazioni	€ 7.965,00	1,04%
C8	BARRIERE STRADALI		
C8.1	Barriere stradali	€ 68.075,40	8,85%
C9	SEGNALETICA		
C9.1	Segnaletica orizzontale	€ 1.252,25	0,16%
C9.2	Segnaletica verticale	€ 1.484,00	0,19%
C10	MODIFICA TRACCIATO ESISTENTE		
C10.1	Modifica tracciato esistente	€ 12.508,65	1,63%
	TOTALE	€ 769.270,00	100,00 %

Di seguito sono descritte tutte le lavorazioni relative ad ogni sottocorpo.

NOTE RELATIVE A TUTTI I SOTTOCORPI

Tutte le opere si intendono eseguite a regola d'arte per darle compiute e finite.

Tutte le lavorazioni relative a demolizioni e rimozioni si intendono comprensive di carico, trasporto e scarico del materiale di risulta alle pubbliche discariche, salvo eventuali specifiche indicazioni da parte della Direzione Lavori.

Il materiale risultante dalle lavorazioni di scotico, di sbancamento e di scavo potrà essere riutilizzato per le lavorazioni previste nello stesso cantiere come indicato negli elaborati di progetto secondo quanto prescritto nel "Piano di gestione delle terre provenienti da scavi" (Elaborato 07RE). Il materiale eccedente dovrà essere trasportato a carico dell'impresa in luoghi indicati dalla Direzione Lavori entro il territorio provinciale per essere riutilizzato dalla Stazione Appaltante oppure alle pubbliche discariche. L'impresa in alternativa al trasporto alle pubbliche discariche potrà, previa autorizzazione della Direzione Lavori, impiegarlo per scopi imprenditoriali.

C1 - OPERE D'ARTE

C1.1 Muri a retta

Realizzazione sul lato a monte della strada di n.3 tratti di muro di sostegno in cemento armato gettato in opera con rivestimento in muratura di pietrame, come da elaborato grafico 35OP, compreso:

- Magrone in conglomerato cementizio Rck15MPa, compreso casseformi.
- Fondazione in conglomerato cementizio Rck25MPa classe di esposizione ambientale 2a, compreso casseformi, puntelli, pestonatura, vibratura ed innaffiamento durante la presa, disarmo, fluidificanti ed additivi.
- Strutture in elevazione in conglomerato cementizio Rck35MPa, classe di esposizione ambientale 3-4b (XF2) compreso casseformi, puntelli, pestonatura, vibratura ed innaffiamento durante la presa, disarmo, fluidificanti ed additivi.
- Armatura in acciaio ad aderenza migliorata tipo FeB44k controllato, anche in forma di rete elettrosaldato \varnothing 10 maglia 20 x 20, compreso tagli, sfridi, sagomature, legature.
- Rivestimento con muratura in pietra locale a opus incertum eseguito con malta di cemento, di spessore minimo in testa 20cm.
- Copertina in cemento baulata e lavorata nella parte superiore e sul lato in vista, tipo bocciardatura, murata sopra il muro in c.a. con malta cementizia o gettata in opera, in modo da avere il filo continuo sul lato strada, compreso sigillatura dei giunti.
- Materassino per drenaggio verticale in geocomposito drenante tipo "Deckdrain 700S" o equivalente per la realizzazione di un sistema di drenaggio per applicazioni in verticale, costituito da una singola lamina cuspidata in HDPE accoppiata termicamente, su un lato, ad un geotessile filtrante in polipropilene, fornito di dichiarazione di conformità sul materiale rilasciata dal produttore attestante le caratteristiche tecniche richieste, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere e di marcatura CE in conformità alla normativa europea certificazione EN ISO 9001, compreso posa secondo le procedure fornite dal produttore.
- Tubazione microfessurata per drenaggio \varnothing 125mm. corrugata esternamente e liscia internamente, realizzata in polietilene neutro ad alta densità HPDE colorato e stabilizzato ai raggi U.V. con diametro nominale minimo 125mm. esterno.
- Drenaggio a tergo dei muri in misto di fiume o di cava o in pietrame, di pezzatura 40/70".

C1.2 Scatolare

Realizzazione di struttura in cemento armato per attraversamento fosso Carpineta con collegamento al tombino esistente a monte e collegamento al fosso a valle, come da elaborati grafici 33-34OP, compreso:

- Scavo a larga sezione, compreso formazione del piano di spiccato della fondazione e delle scarpate.
- Tura provvisoria a contorno e difesa di scavi per fondazione in acqua, ottenuta con infissione di

- pali e doppia parete di tavoloni di abete o pino, compreso chiodature o legature, riempimento con materiale argilloso, tubazione in PVC per il convogliamento delle acque e rimozione.
- Magrone in conglomerato cementizio Rck15MPa, compreso ogni onere per l'allontanamento di ogni entità di acqua, casseformi.
 - Fondazioni e strutture in elevazione in conglomerato cementizio Rck35MPa, classe di esposizione ambientale 3-4b (XF2) compreso ogni onere per l'allontanamento di ogni entità di acqua, casseformi, puntelli, pestonatura, vibratura ed inaffiamento durante la presa, disarmo, fluidificanti ed additivi.
 - Armatura in acciaio ad aderenza migliorata tipo FeB44k controllato compreso, tagli, sfridi, sagomature, legature.
 - Rivestimento con muratura in pietra locale a opus incertum eseguita con malta di cemento, di spessore minimo 20cm.
 - Tubazioni in PVC \varnothing 125 esterno di colore grigio per drenaggio acqua sopra lo scatolare poste all'interno dei muri in c.a dello scatolare e del relativo rivestimento in pietra
 - Copertina in cemento baulata e lavorata nella parte superiore e sui lati in vista, tipo bocciardatura, murata sopra il muro con malta cementizia, compreso sigillatura dei giunti.
 - Impermeabilizzazione impalcato mediante spalmatura di primer bituminoso in ragione di 500g/mq con successivo doppio strato incrociato di guaina elastoplastomerica armata con "tessuto non tessuto" di poliestere a filo continuo, dello spessore di 8mm. (4+4) applicata a fiamma con giunti di sovrapposizione e risvolti di almeno 15cm.
 - Geotessile anticontaminante leggero in teli da stendere tra il rilevato e lo strato di argilla espansa, anche su superfici inclinate e verticali, di resistenza > 300N/5cm di polipropilene o poliestere a filo continuo compreso rimbocco su eventuale strato anche drenante.
 - Argilla espansa per la costruzione di rilevato stradale formato da granuli di varie dimensioni assortiti granulometricamente, aventi una struttura interna cellulare clinkerizzata ed una dura e resistente scorza esterna, assolutamente inerte, libero da sostanze organiche e combustibili, leggero, refrattario e dimensionalmente stabile, compreso stesa dello stesso a strati di spessore 70cm., intervallati da strati di materiale arido di cava di spessore 20cm , costipamento con appositi rulli vibranti del tipo misto o tandem o con mezzi idonei per la compattazione del materiale, umidificazione a mezzo di idonei dispositivi spruzzatori d'acqua.

C2 - SISTEMAZIONI IDRAULICHE

C2.1 Trincee drenanti

Realizzazione di n.19 trincee drenanti, come da elaborato grafico 29ST, compreso:

- Scavo a sezione ristretta obbligata compreso eventuali armature occorrenti di qualsiasi tipo anche a cassa chiusa, aggettamento di acqua con ausilio di pompe.
- Geotessile tessuto flessibile realizzato in fibre di polipropilene resistenti ai raggi UV, ai microrganismi ed alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni, con resistenza a trazione a breve termine non inferiore a 25kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 16% in direzione longitudinale e al 13% in direzione trasversale (ISO 10319), con permeabilità del materiale maggiore di $18 \cdot 10^{-3}$ m/s (EN ISO 11058) e dimensione dei pori di circa 330 μ m (tolleranza \pm 75 μ m) (EN ISO 12956), con resistenza al punzonamento (CBR) maggiore di 2,8kN (EN ISO 12236), fornito di dichiarazione di conformità sul materiale rilasciato dal produttore attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere, con caratteristiche meccaniche verificate secondo la normativa DIN 18200 in laboratori autorizzati, sia interni sia esterni (EN 45001), marcato CE in conformità alla normativa europea con almeno un'etichetta identificativa su ogni rotolo contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma EN ISO 30320, compreso posa eseguita seguendo le procedure fornite dal produttore.

- Tubazione microfessurata per drenaggio \varnothing 125mm. nelle trincee da n.14 a n.19 e \varnothing 200mm. nelle trincee da n. 1 a n.13, corrugata esternamente e liscia internamente, realizzata in polietilene neutro ad alta densità HPDE colorato e stabilizzato ai raggi UV con diametro nominale minimo rispettivamente 125mm. e 200mm. esterno
- Sistemazione dello sbocco del tubo drenante nel fosso esistente con elementi in legno a sezione tonda \varnothing 15 e picchetti in legno \varnothing 8-10
- Sabbia grossa o graniglia per rinfianco tubo drenante, proveniente da cava compreso sistemazione a mano del materiale esclusivamente nella tracce ove l'altezza dello scavo lo consente.
- Drenaggio con misto di fiume o di cava o in pietrame di pezzatura 40/70".
- Rinterro con materiale di scavo avendo cura soprattutto negli scavi più alti di non pregiudicare la lavorazione sottostante con scarico di grosse quantità di materiale e procedendo a strati e successiva costipazione fino a raggiungere la quota del terreno esistente.
- Stesura di materiale da rilevato compattato fino a raggiungere la quota di imposta dello strato di rinforzo in materiale riciclato intasato nei tratti al di sotto del rilevato stradale.

C2.2 Opere idrauliche minori

Realizzazione di opere idrauliche accessorie formate da escavazione dei fossi, ripulitura di tombini esistenti, canalette per lo scolo delle acque meteoriche della piattaforma stradale, tubazioni e n.4 pozzetti, come da elaborati grafici 31ST e 36OP, compreso:

- Realizzazione di fossi a sezione trapezoidale compreso scavo a sezione ristretta obbligata, formazione delle scarpate con pendenze a 45° e raccordo con i fossi esistenti.
- Realizzazione di scogliera con elementi in pietrame da 5 a 50kg. all'uscita dell'attraversamento della strada esistente dopo pozzetto n.2, all'uscita dello scatolare in c.a. sul fosso Carpineta e nel tratto finale del fosso prima del pozzetto n.4, compreso intasamento con calcestruzzo.
- Pulitura di tombini esistenti mediante asportazione del materiale depositato all'interno dell'attraversamento stradale, da eseguirsi con mezzi meccanici o a mano, compreso riprofilatura a monte di un tratto di fosso per una lunghezza di 10m.
- Canalette per lo scolo delle acque meteoriche della piattaforma stradale costituita da embrici di dimensioni 50x40cm o simili in elementi prefabbricati in conglomerato cementizio vibrocompresso avente resistenza non inferiore a Rck25MPa posizionati secondo la massima pendenza delle scarpate con sovrapposizione non inferiore a 5cm., compreso scavo, regolarizzazione e costipamento del terreno di appoggio, bloccaggio, invito prefabbricato o realizzato in opera e ancoraggio al terreno con elementi in acciaio infissi stabilmente.
- Tombino sotto la strada di manutenzione sul fosso Carpineta con tubi in calcestruzzo vibrocompresso autoportante a base piana \varnothing 80cm. compreso scavo, formazione di platea e rinfianco di spessore 10cm. in conglomerato cementizio Rck30Mpa.
- Tubazione microfessurata per drenaggio \varnothing 200mm. corrugata esternamente e liscia internamente, realizzata in polietilene neutro ad alta densità HPDE colorato e stabilizzato ai raggi U.V. con diametro nominale minimo 200 mm. esterno.
- Tubazione in PVC di diametro interno \varnothing 160, \varnothing 250 e \varnothing 315, tipo 302 spessorato serie edilizia arancio con bicchiere ad incollaggio, compreso scavo e rinfianco in calcestruzzo.
- Mezzo tubo in cemento \varnothing 30cm. per formazione di canaletta dietro il muro di sostegno allettato su getto di calcestruzzo magro, montato secondo la livelletta di progetto, compreso sigillatura dei giunti.
- N.4 pozzetti isolati in cemento armato gettato in opera e di un frontalino in fondo al tubo in PVC \varnothing 315, compreso magrone in conglomerato cementizio Rck15MPa, fondazione in conglomerato cementizio Rck25MPa classe di esposizione ambientale 2a, strutture in elevazione in conglomerato cementizio Rck35MPa, classe di esposizione ambientale 3-4b (XF2), casseformi, puntelli, pestonatura, vibratura ed inaffiamento durante la presa, disarmo, fluidificanti ed additivi,

rete elettrosaldada \varnothing 10 maglia 20 x 20 in acciaio ad aderenza migliorata tipo FeB44k controllato, rivestimento delle parti a vista con muratura in pietra locale a opus incertum eseguito con malta di cemento, di spessore minimo 20cm.

- N.7 pozzetti in cemento armato gettato in opera posti dietro il muro di sostegno compreso magrone in conglomerato cementizio Rck15MPa, fondazione in conglomerato cementizio Rck25MPa classe di esposizione ambientale 2a, strutture in elevazione in conglomerato cementizio Rck35MPa, classe di esposizione ambientale 3-4b (XF2), casseformi, puntelli, pestonatura, vibratura ed innaffiamento durante la presa, disarmo, fluidificanti ed additivi, rete elettrosaldada \varnothing 10 maglia 20 x 20 in acciaio ad aderenza migliorata tipo FeB44k controllato.
- N.1 pozzetto in cemento armato gettato in opera posto in corrispondenza della zanella del muro di sostegno compreso magrone in conglomerato cementizio Rck15MPa, fondazione in conglomerato cementizio Rck25MPa classe di esposizione ambientale 2a, strutture in elevazione in conglomerato cementizio Rck35MPa, classe di esposizione ambientale 3-4b (XF2), casseformi, puntelli, pestonatura, vibratura ed innaffiamento durante la presa, disarmo, fluidificanti ed additivi, rete elettrosaldada \varnothing 10 maglia 20 x 20 in acciaio ad aderenza migliorata tipo FeB44k controllato.
- N.6 pozzetti prefabbricati in cls a caditoia 40x40cm. posti in corrispondenza della zanella del muro di sostegno, compreso scavo, rinfianco in calcestruzzo, rialzamento del pozzetto con getto di cls o a mattoni, innesto delle tubazioni con successiva sigillatura, griglia in ghisa delle dimensioni di 40x40cm. classe C250 piana, conforme alle norme UNI EN 124 e recanti il marchio di certificazione di prodotto IGQ, feritoie ad ampio deflusso, calpestio antisdrucciolo murata a quota zanella.
- N.3 griglie carrabili realizzate in ghisa o in ferro D400 con cerniera per copertura pozzetti n.3, n.4 e pozzetto in c.a. in corrispondenza della zanella del muro di sostegno

C3 – CORPO STRADALE

C3.1 Corpo stradale

Realizzazione di corpo stradale parte in rilevato e parte in sterro, come da elaborati grafici 27-30ST, compreso:

- Scotico del piano di campagna per una profondità media di 20cm e livellamento del terreno, compreso asportazione di piante erbacee ed arbustive, alberi ad alto fusto e relative radici, accantonamento del materiale all'interno dell'area di cantiere.
- Scavo di sbancamento, compreso scarifica delle strade esistenti, rimozione di trovanti rocciosi, massicciate stradali, strutture in murature o in conglomerato cementizio quali tubazioni, ponticelli ed altro, spianamento del piano di scavo, regolarizzazione delle scarpate, accantonamento del materiale all'interno dell'area di cantiere.
- Geotessile tessuto flessibile realizzato in fibre di polipropilene resistenti ai raggi UV, ai microrganismi ed alle sostanze chimiche normalmente presenti nei terreni con resistenza a trazione a breve termine non inferiore a 30kN/m nella direzione longitudinale e trasversale, cui dovrà corrispondere un allungamento non superiore al 16% in direzione longitudinale e al 13% in direzione trasversale (ISO 10319), con permeabilità maggiore di $15 \cdot 10^{-3} \text{m/s}$ (EN ISO 11058) con dimensione dei pori di circa $250 \mu\text{m}$ (tolleranza $\pm 75 \mu\text{m}$) (EN ISO 12956), con resistenza al punzonamento (CBR) maggiore di 4,0kN (EN ISO 12236), fornito di dichiarazione di conformità sul materiale rilasciata dal produttore attestante le caratteristiche tecniche richieste sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere, con caratteristiche meccaniche verificate secondo la normativa DIN 18200 in laboratori autorizzati, sia interni sia esterni (EN 45001), marcato CE in conformità alla normativa europea con etichetta identificativa su ogni rotolo contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma EN ISO 30320, compreso risolto non inferiore a 2m. e posa secondo le procedure fornite dal produttore.
- Formazione di strato di rinforzo per sottofondo con materiale riciclato proveniente dal riciclaggio degli scarti delle attività di costruzione e demolizione, in pezzatura 40-70mm. intasato con miscele di granulometria fine, tale da rispettare le prescrizioni della CNR UNI 10006-2002 da stendere lungo i gradoni realizzati in fase di sbancamento sopra il geotessile nei tratti in rilevato o a mezza

costa.

- Formazione di strato di rinforzo per sottofondo con materiale riciclato proveniente dal riciclaggio degli scarti delle attività di costruzione e demolizione, in pezzatura 40-70mm., tale da rispettare le prescrizioni della CNR UNI 10006-2002 da stendere sopra il geotessile, direttamente sotto la fondazione stradale nei tratti in sterro.
- Rilevato stradale con materiali inerti provenienti da cave di prestito o dagli scavi in loco, previa analisi di classificazione, o da impianti di riciclaggio autorizzati, appartenenti ai gruppi A1, A2-4, A2-5, compreso compattamento a strati fino a raggiungere la densità prescritta
- Rilevato in terra rinforzata, ottenuto mediante inserimento a vari livelli nel corpo del terrapieno di rinforzi orizzontali costituiti da geogriglie mono-orientate in HDPE, stese e risvoltate nella parte esterna in modo da costituire "contenimento" del materiale, costituite da polimeri in polietilene ad alta densità o in polipropilene stabilizzato aventi elevata resistenza meccanica, (resistenza caratteristica per vita di progetto di 120 anni - lungo termine - 28.3KN/m per temperatura del suolo 10°C) chimica e fisica, con struttura regolare formata dalla stiratura mono-biassiale di un foglio continuo di materiale di polietilene o polipropilene ad alta densità e aperture, geometria, costole e giunzioni nelle azioni di incrocio tali da permettere un significativo collegamento meccanico con il materiale da rinforzare, con un'elevata rigidità a flessione ed un elevato modulo elastico in relazione al materiale da rinforzare e con un'elevata continuità della resistenza elastica lungo tutte le costole e giunti delle strutture, con resistenza al degrado dovuto ai raggi ultravioletti, ai danneggiamenti durante la posa in opera ed a tutte le forme di degrado chimico o biologico normalmente incontrate nel materiale che deve essere consolidato, con livello di sollecitazione e caratteristiche meccaniche certificate per una vita oltre i 120 anni, compreso l'utilizzo in facciata di un cassero guida di appoggio "a perdere" non strutturale costituito da fogli di rete elettrosaldati piegati in forma determinata e coerente con l'angolo di scarpata da attribuire al profilo esterno del rilevato, oltre che di una stuoia in fibre vegetali in grado di contenere la parte fine del terreno e trattenere la semina che, germinando, renda il paramento in vista completamente vegetato., formazione di strati successivi, con sequenza ripetitiva ogni 60cm di spessore del terrapieno, consistenti nella posa in superficie piana della geogriglia per una lunghezza di m.4.40 all'interno del corpo del rilevato, nella successiva stesa e compattazione del materiale di riempimento in strati sovrapposti ognuno di altezza non superiore a 20-30 cm., e nel risvolto del lembo esterno del telo di geotessile per almeno 1,50m a "chiudere" lo spessore di terreno compattato. Dalla sezione 9 alla sezione 29 e dalla sezione 37 alla sezione 42 la terra rinforzata sarà limitata ad una fila di altezza 60cm. alla base del rilevato stradale, dalla sezione 29 alla sezione 31 e dalla sezione 35 alla sezione 37 la terra rinforzata interesserà tutta l'altezza del rilevato stradale. In entrambe i casi sarà realizzata sul lato a valle del tracciato stradale.
- Fondazione stradale di spessore 40cm eseguita con stabilizzato in misto granulare di fiume o di cava, costituita da 35cm di misto granulare e sovrastante strato di 5 cm di stabilizzato. I materiali lapidei del misto granulare saranno a granulometria continua, con elementi di pezzatura massima di 10cm, esenti da qualsiasi materia vegetale o argilla, compreso stesura a strati, costipazione fino ad ottenere una densità non inferiore al 95% di quella ottenuta con la prova AASHO modificata.
- Posa di terreno vegetale per rivestimento scarpate e arginelli miscelato con sostanze concimanti, compreso rifilatura dei cigli.
- Realizzazione di strada di manutenzione in aderenza del fosso a valle della strada principale, compreso scotico del piano di campagna per una profondità media di 20cm e strato di materiale riciclato di pezzatura 40/70" intasato di spessore 30cm compattato

C4 – FINITURE STRADALI

C4.1 Zanella

Realizzazione di zanella in cemento al piede dei muri di sostegno, come da elaborato grafico 35OP, compreso:

- Zanella in conglomerato cementizio Rck 35 MPa per opere sottili classe di esposizione 3-4b (XF2) sulla fondazione del muro di sostegno, di granulometria appropriata per poter eseguire la

successiva lavorazione superficiale di lisciatura, compreso casseratura lato strada con spondina di tavole diritte o curve lungo la livelletta stradale di progetto, interposizione di rete elettrosaldata, ogni accorgimento anti ritiro, con additivi, bagnatura, disarmo da eseguire a maturazione del calcestruzzo onde evitare l'asportazione di frammenti spigolari.

C4.2 Raccordi superficiali

Realizzazione di raccordi della pavimentazione della strada di progetto con la pavimentazione della strada esistente a monte e a valle, come da elaborato grafico 27ST, compreso:

- Fresatura di pavimentazione fino alla profondità di 5cm. con impiego di macchina fresatrice a freddo da eseguirsi nei tratti dove il piano della strada di progetto risulta uguale o più alto fino ad un massimo di 5cm. rispetto al piano della strada attuale, compreso l'onere della salvaguardia degli strati sottostanti e la pulizia della zona di intervento mediante spazzatrice meccanica
- Scarificazione superficiale di pavimentazione stradale bitumata fino al raggiungimento della massicciata stradale esistente da eseguirsi nelle zone dove il piano della strada di progetto risulta più basso rispetto al piano della strada attuale, in tutti i casi in cui occorre ricreare uno strato di massicciata stradale e in corrispondenza dei bordi laterali dove è previsto il collegamento tra strada esistente e allargamento della piattaforma stradale, compreso onere della salvaguardia degli strati sottostanti e delle opere collegate
- Rimozione di sottofondo stradale esistente da eseguirsi dove necessario per realizzare il sovrastante pacchetto di massicciata e di pavimentazione in conglomerato bituminoso per complessivi 66cm., quando il piano della strada di progetto risulta più basso rispetto al piano della strada attuale e in corrispondenza dei bordi laterali dove è previsto il collegamento tra strada esistente e allargamento della piattaforma stradale.
- Ricarica in conglomerato bituminoso per risagomatura dei raccordi con la strada esistente di spessore variabile fino alla quota su cui poter eseguire uno strato intero di conglomerato bituminoso, cioè strato di base e/o binder e/o tappeto di usura, steso con macchina vibrofinitrice o a mano previa pulizia della superficie stradale e mano d'attacco con emulsione bituminosa nella misura di 1,5kg/mq, costipato con rullo di almeno 12t, compreso onere della profilatura dei bordi.

C5 – PAVIMENTAZIONI

C5.1 Pavimentazioni

Realizzazione di pavimentazione stradale, costituita da strato di base, binder e tappeto di usura, come da elaborato grafico 27ST, compreso:

- Strato di base in conglomerato bituminoso con pietrischetto pezzatura 0/30, sabbia, filler e bitume puro a caldo, penetrazione 80-100° pari al 6% del peso dell'inerte a secco, steso con macchina vibrofinitrice, compattato a caldo con idoneo rullo compressore, per uno spessore compreso di 14cm.
- Binder in conglomerato bituminoso pezzatura 0/20 realizzato con impiego di impasti formati con aggregato grosso granulometrico fino a 20 mm. (65-80%) aggregati fini (15-25%), additivo 2-3%, bitume 4,5-5%, posto in opera previa pulizia della superficie stradale e mano d'attacco con emulsione nella misura di 0,5kg/mq, steso con macchina vibrofinitrice e a mano, per uno spessore compreso di 7cm, compreso rullatura a caldo con idoneo rullo compressore.
- Tappeto di usura in conglomerato bituminoso pezzatura 0/10, con impiego di impasti formati con aggregato grosso granulometrico fino a 10 mm., sabbia, filler e bitume puro a caldo o flussato pari al 6% dell'inerte a secco, previa pulizia della superficie stradale e mano d'attacco con emulsione bituminosa nella misura di 1,5kg/mq, steso con macchina vibrofinitrice, per uno spessore compreso di 5cm, compreso rullatura a caldo con idoneo rullo compressore.
- Griglia composita flessibile per il rinforzo dei conglomerati bituminosi in corrispondenza delle zone di passaggio dallo strato di conglomerato bituminoso esistente a quello di nuova realizzazione di larghezza minima 2m. a maglia 40x40mm da interporre tra il binder e lo strato di usura o tra quest'ultimo e lo strato di base, realizzata in fibre di poliestere ad elevato modulo e basso creep e

saldamente accoppiata ad un geotessile non tessuto ultra leggero in polipropilene, secondo le istruzioni di posa fornite dal produttore, impregnato con un rivestimento bituminoso, con resistenza a trazione non inferiore a 50kN/m, con un allungamento massimo del 12% sia nella direzione longitudinale che trasversale (ISO 10319), sottile, poroso e senza cuciture o altro tipo di ostacoli, per evitare che il geosintetico agisca come strato separatore.

C6 – IMPIANTI

C6.1 Impianti

Realizzazione di cavidotti per rendere possibile il passaggio di cavi di telecomunicazioni e di altre infrastrutture digitali, così come prescritto dall'art.40 della L.166/2002, e di cavidotti per cavi illuminazione, come da elaborato grafico 31ST, compreso:

- N.4 pozzetti d'ispezione per cavi di telecomunicazione in cls prefabbricati 120x60cm., per derivazione e di linea, compreso scavo, posa su sabbia di spessore 10cm, rinfianchi in cls Rck 20MPa di spessore non inferiore a 10cm, chiusino in ghisa.
- Polifora per telecomunicazioni con tubi in PE corrugato di cui 2 ø 125mm. e 6 ø 63mm. posati anche mediante l'ausilio di selle o sostegni, compreso scavo ben livellato sul fondo, strato in sabbia non inferiore a 10cm., rinfiango della polifora fino a completa copertura.
- Tubo corrugato in PVC ø 200mm normale, compreso scavo, letto di posa e rinfiango con calcestruzzo Rck 20Mpa e rinterri predisposto per eventuale passaggio di cavi per illuminazione pubblica.

C7 – OPERE A VERDE

C7.1 Inerbimento

Inerbimento delle scarpate del rilevato stradale, come da elaborato grafico 31ST, compreso:

- Biostuoia antierosiva di juta a maglia 2x2 per preparazione scarpate oggetto d'idrosemina su scarpata precedentemente regolarizzata, inclusi i picchetti di fissaggio in ferro in ragione di n. 4 /mq.
- Seminagione di miscuglio di semi su terreno livellato, con essenze ad alto grado di germinabilità e purezza composte da *Dactylis glomerata* (30%), *Festuca pratensis* (20%), *Phleum pratense* (20%), *Trifolium hybridum* (10%), *Trifolium pratense* (10%) e *Cytisus scoparius* (10%), compreso certificazioni concimazione, con idrosemiatrice e miscela di semi (60g/mq) addizionata con sostanze colloidali (60g/mq), torba pretriturata (80g/mq) e fertilizzante (150g/mq)

C7.2 Piantumazioni

Piantumazione delle scarpate del rilevato stradale, come da elaborato grafico 31ST, compreso:

- *Acer Campestre*, a cespugli 3clt., in zolla o vaso per altezza fino a 2m. compreso piantagione, reinterro effettuato con un miscolo di terra del sito e torba bionda in ragione di 1/3, concimazione d'impianto con 0,10kg. di concime complesso titolato 12-12-12 per arbusto, bagnatura con 10 litri d'acqua, oneri di manutenzione, garanzia di attecchimento e pacciamatura.
- *Alnus Glutinosa* e *Carpinus Betulus* in zolla di circonferenza 18/20cm., compreso piantagione, reinterro effettuato con un miscolo di terra del sito e torba bionda in ragione di 1/3, formazione della conca di compluvio, collocamento di pali tutori in legno trattato, legatura con corde idonee, concimazione d'impianto con 1kg. di concime complesso titolato 12-12-12 per pianta, bagnatura con 50l. d'acqua, oneri di manutenzione e garanzia di attecchimento.
- *Cornus Stolonifera Flaviranea*, *Cornus Mas*, *Cornus Sanguinea* e *Viburnum Tinus* 3clt., in zolla o vaso per altezza fino a 2m. compreso piantagione, reinterro effettuato con un miscolo di terra del sito e torba bionda in ragione di 1/3, concimazione d'impianto con 0,10kg. di concime complesso titolato 12-12-12 per arbusto, bagnatura con 10l. d'acqua, oneri di manutenzione, garanzia di attecchimento e pacciamatura.

- Quercus Cerris in zolla o vaso per altezza di 3m. compreso piantagione, reinterro effettuato con un miscelo di terra del sito e torba bionda in ragione di 1/3, la fornitura e distribuzione di concimazione d'impianto con 0,10kg. di concime complesso titolato 12-12-12 per arbusto, bagnatura con 10l. d'acqua, oneri di manutenzione, garanzia di attecchimento e pacciamatura.

C8 – BARRIERE STRADALI

C8.1 Barriere stradali

Fornitura e posa in opera di barriere stradali di sicurezza miste in acciaio e legno omologate ai sensi del D.M. Infrastrutture 18.02.1992 n.223 e successive modificazioni, e spostamento di barriera esistente, come da elaborato grafico 31ST, compreso:

- Barriera in legno e acciaio del tipo H2 bordo laterale suddivisa in tre tratti, lato destro dalla sezione 1 alla sezione 49, lato sinistro dalla sezione 2 alla sezione 3, lato sinistro dalla sezione 22 alla sezione 38, costituita da fasce di protezione con elementi in legno lamellare a sezione rettangolare e in acciaio, opportunamente accoppiati e resi solidali, montanti in acciaio ricoperti per la parte fuori terra da elementi in legno lamellare appositamente lavorati fino a rivestire totalmente il montante sui lati e in sommità in modo da limitare ogni infiltrazione di acqua, bulloneria ad alta resistenza con appropriato rivestimento protettivo, compreso smontaggio della barriera esistente in acciaio in corrispondenza del primo attraversamento di fosso, (zona a monte verso Monte Oppio) montaggio della nuova barriera e terminali dello stesso tipo inclinati di lunghezza 150cm. circa, opportunamente lavorati per consentire una idonea chiusura del tratto di barriera, sia dal punto di vista estetico che funzionale.
- Spostamento barriera esistente a valle della nuova variante sul lato destro, consistente nella rimozione parziale dei nastri e delle piantane del tratto rettilineo esistente e riposizionamento lungo il nuovo tracciato, compreso eventuale ulteriore fornitura di piantane mancanti per necessità di fissaggio in tratti curvi.

C9.1 Segnaletica orizzontale

Fornitura e posa in opera di segnaletica orizzontale conforme al Nuovo Codice della strada, come da elaborato grafico 32ST, compreso:

- Esecuzione di strisce longitudinali continue e discontinue di colore bianco e di larghezza 12cm e 15cm per realizzazione strisce di separazione dei sensi di marcia, strisce di corsia e strisce di margine della carreggiata, con le caratteristiche di cui agli artt. 137, 138, 139, 140 e 141 del DPR 495/92, compreso fornitura di vernice rifrangente certificata e verificata tramite prove di laboratorio, tracciamento secondo gli schemi di progetto, sovrapposizione nei tratti dove occorre eseguire due strisce di separazione dei sensi di marcia, di cui una continua ed una discontinua, per consentire la possibilità di sorpasso in un unico senso di marcia
- Esecuzione di zebbrature, simboli e scritte per realizzazione di strisce trasversali, attraversamenti pedonali, iscrizioni e simboli e presegnalamento di isole di traffico o di ostacoli entro la carreggiata, con le caratteristiche di cui agli artt. 144, 145, 148 e 150 del DPR 495/92, compreso fornitura della vernice rifrangente certificata e verificata tramite prove di laboratorio, tracciamento secondo gli schemi di progetto
- Esecuzione di strisce alternate bianche rifrangenti e nere su n.4 testate dei muri di sostegno con le caratteristiche di cui all'art.175 del DPR 495/92

C9.2 Segnaletica verticale

Fornitura e posa in opera di segnaletica verticale conforme al Nuovo Codice della strada, come da elaborato grafico 32ST, compreso:

- Fornitura e posa in opera di segnali come di seguito elencati:
 - n.5 di pericolo a forma triangolare di lato 90cm
 - n.1 di precedenza a forma triangolare di lato 90cm con pannello integrativo
 - n.2 di fermarsi e dare precedenza (STOP) a forma ottagonale di larghezza 90cm
 - n.4 di divieto di forma circolare di diametro 60cm

- n.1 di strada senza uscita di larghezza 60cm.
- n.1 di piazzola di larghezza 90cm
- n.2 di attraversamento pedonale a doppia faccia di larghezza 60cm.

realizzati in lamiera di alluminio 25/10mm costruzione scatolata e rinforzata, completo di attacchi speciali, con lavorazione comprendente operazioni di sgrassaggio, fosfatazione, verniciatura con smalto grigio a fuoco, previo mano di ancorante nella parte posteriore, rivestito nella parte anteriore interamente con pellicola ad elevata risposta luminosa microprismatica grandangolare di classe 2 speciale, con le caratteristiche di cui agli artt. 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 115, 116, 124, e 135 del DPR 495/92, compreso pali di sostegno in ferro zincato del diametro esterno di 60mm, trattato con zincatura forte, completo di tappo di chiusura superiore in materiale plastico e sistema antirotazione.

- Fornitura e posa in opera di n.2 delineatori normali di margine con le caratteristiche di cui all'art.173 del DPR 495/92

C10 – MODIFICA STRADA ESISTENTE

C10.1 Modifica tracciato esistente

Sistemazione del tratto di strada esistente, come da elaborato grafico 31ST, compreso:

- Scarificazione superficiale di pavimentazione stradale bitumata per tutto lo spessore della pavimentazione bitumata, compreso la salvaguardia degli strati sottostanti e delle opere collegate, ricollocazione o sostituzione di eventuali chiusini o griglie che venissero danneggiati nel corso delle lavorazioni. In alternativa alla scarifica potrà essere effettuata, a scelta dell'impresa, anche la fresatura.
- Stabilizzato con misto granulare di fiume o di cava di spessore 5cm, con materiali a granulometria continua, con elementi di pezzatura massima di 10cm, esenti da qualsiasi materia vegetale o argilla, compreso costipazione fino ad ottenere una densità non inferiore al 95% di quella ottenuta con la prova AASHO modificata.

PARTE SECONDA – NORME TECNICHE

Art. 20 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

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

Per la provvista di materiali in genere, si richiamano espressamente le prescrizioni dell'art. 16 del Capitolato Generale d'Appalto DM 145/2000.

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

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

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

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

I materiali da impiegare nei lavori dovranno corrispondere ai requisiti qui di seguito fissati.

20.1 ACQUA

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 (S.O. alla G.U. n. 65 del 18/3/1992) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

20.2 LEGANTI IDRAULICI

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 febbraio 1992, alla legge 26 maggio 1965 n. 595 (G.U. n. 143 del 10.06.1965).

I leganti idraulici si distinguono in:

1) *Cementi* (di cui all'art. 1 lettera A) - B) - C) della legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 3.6.1968 che approva le "Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 180 del 17.7.1968).

- D.M. 20.11.1984 "Modificazione al D.M. 3.6.1968 recante norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova dei cementi" (G.U. n. 353 del 27.12.1984).

- Avviso di rettifica al D.M. 20.11.1984 (G.U. n. 26 del 31.1.1985).

- D.I. 9.3.1988 n. 126 "Regolamento del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi".

2) *Agglomerati cementizi e calci idrauliche* (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

- D.M. 31.8.1972 che approva le "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi e delle calce idrauliche" (G.U. n. 287 del 6.11.1972).

20.3 CALCI AEREE - POZZOLANE

Dovranno corrispondere alle "Norme per l'accettazione delle calce aeree", R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 ed alle "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico", R.D. 16 novembre 1939, n. 2230.

20.4 GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti dal D.M. 14 febbraio 1992 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

Le dimensioni dovranno essere sempre le maggiori tra quelle previste come compatibili per la struttura a cui il calcestruzzo è destinato; di norma però non si dovrà superare la larghezza di cm 5 (per larghezza s'intende la dimensione dell'inerte misurato in una setacciatrice) se si tratta di lavori correnti di fondazione; di cm 4 se si tratta di getti per volti, per lavori di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpate o simili; di cm 3 se si tratta di cementi armati; e di cm 2 se si tratta di cappe o di getti di limitato spessore (parapetti, cunette, copertine, ecc.).

Per le caratteristiche di forma valgono le prescrizioni riportate nello specifico articolo riguardante i conglomerati cementizi.

20.5 PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI

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

20.6 GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, ai requisiti stabiliti nella "Tabella U.N.I. 2710 - Ed. giugno 1945" ed eventuali e successive modifiche.

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

20.7 CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - GUIDE DI RISVOLTO - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE.

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

20.8 PIETRA NATURALE. LE PIETRE DA IMPIEGARE NELLE MURATURE E NEI DRENAGGI, GABBIONATE, ECC., DOVRANNO ESSERE SOSTANZIALMENTE COMPATTE ED UNIFORMI, SANE E DI BUONA RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE, PRIVE DI PARTI ALTERATE.

Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego.

Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

20.9 MATERIALI LATERIZI

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" ed altre Norme UNI: 1607; 5628-65; 5629-65; 5630-65; 5631-65; 5632-65; 5633-65.

I materiali dovranno essere ben cotti, di forma regolare, con spigoli ben profilati e dritti; alla frattura dovranno presentare struttura fine ed uniforme e dovranno essere senza calcinaroli e impurità.

I forati e le tegole dovranno risultare di pasta fine ed omogenea, senza impurità, ben cotti, privi di nodi, di bolle, senza ghiaietto o calcinaroli, sonori alla percussione.

20.10 MANUFATTI DI CEMENTO

I manufatti di cemento di qualsiasi tipo dovranno essere fabbricati a regola d'arte, con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione.

20.11 MATERIALI FERROSI

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

In particolare essi si distinguono in:

1) acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;

2) lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;

3) acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 febbraio 1992 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

20.12 TUBAZIONI

Tubi di acciaio:

I tubi di acciaio dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra di grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Tubi di cemento:

I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei, a sezione interna

esattamente circolare, di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisce. La fattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Tubi di poli-cloruro di vinile (PVC):

I tubi PVC dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla vigente normativa.

Il Direttore dei lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cure e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché, messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi di polietilene (PE):

I tubi in PE saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2, 5, 4, 6, 10).

Tubi drenanti in PVC:

I tubi drenanti saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle vigenti norme.

Per i tubi per adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle vigenti normative.

20.13 LEGNAMI

Da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno soddisfare a tutte le prescrizioni ed avere i requisiti delle precise categorie di volta in volta prescritte e non dovranno presentare difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

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

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

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

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

I legnami in genere dovranno corrispondere ai requisiti di cui al D.M. 30 ottobre 1912.

20.14 BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali - Caratteristiche per l'accettazione", Ed. maggio 1978; "Norme per l'accettazione delle emulsioni bituminose per usi stradali", Fascicolo n. 3, Ed. 1958; "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali (Campionatura dei bitumi)", Ed. 1980.

20.15 BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI

Dovranno corrispondere ai requisiti di cui alle "Norme per l'accettazione dei bitumi liquidi per usi stradali", Fascicolo n. 7 - Ed. 1957 del C.N.R.

20.16 MATERIALI PER OPERE IN VERDE

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

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

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

4) *Semi*: per il seme l'Impresa è libera di approvvigionarsi dalle ditte specializzate di sua fiducia; dovrà però dichiarare il valore effettivo o titolo della semente, oppure separatamente il grado di purezza ed il valore germinativo di essa. Qualora il valore reale del seme fosse di grado inferiore a quello riportato dalle tavole della Marchettano, l'Impresa sarà tenuta ad aumentare proporzionalmente le quantità di semi da impiegare per unità di superficie.

La Direzione Lavori, a suo giudizio insindacabile, potrà rifiutare partite di seme, con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello riportato dalle tavole della Marchettano nella colonna "buona semente" e l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti voluti.

Per il prelievo dei campioni di controllo, valgono le norme citate in premessa nel presente articolo.

5) *Zolle*: queste dovranno provenire dallo scoticamento di vecchio prato polifita stabile asciutto, con assoluta esclusione del prato irriguo e del prato marcitoio. Prima del trasporto a piè d'opera delle zolle, l'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori i luoghi di provenienza delle zolle stesse e ottenere il preventivo benestare all'impiego. 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 *Bellis 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 dalla 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 poter trattenere tutta la terra vegetale e comunque non inferiore a cm 8; 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 medio impasto o di impasto pesante, con esclusione dei terreni argillosi.

6) *Paletti di castagno per ancoraggio vimate*: dovranno provenire da ceduo castanile e dovranno presentarsi ben diritti, senza nodi, difetti da gelo, cipollature o spaccature. Avranno il diametro minimo in punta di cm 6.

7) *Verghe di salice*: le verghe di salice da impiegarsi nell'intreccio delle vimate dovranno risultare di taglio fresco, in modo che sia garantito il ricaccio di polloni e dovranno essere della specie *Salix viminalis* o *Salix purpurea*. Esse avranno la lunghezza massima possibile con diametro massimo di cm. 2,5.

8) *Talee di salice*: le talee di salice, da infiggere nel terreno per la formazione dello scheletro delle graticciate, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2.

Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc. e potranno essere anche di *Populus alba* o *Alnus glutinosa*.

9) *Rete metallica*: sarà del tipo normalmente usato per gabbioni, formata da filo di ferro zincato a zincatura forte, con dimensioni di filo e di maglia indicate dalla Direzione dei Lavori.

Art. 21 - DEMOLIZIONI

21.1 STRUTTURE E MANUFATTI

Le demolizioni di strutture e manufatti in muratura di qualsiasi genere e/o cls (armati e non), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore.

Le demolizioni dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da prevenire qualsiasi infortunio al personale addetto, evitando inoltre tassativamente di gettare dall'alto i materiali i quali dovranno invece essere trasportati o guidati in basso.

Inoltre l'impresa dovrà prevedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbatacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi.

Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati.

Dei materiali di risulta potranno essere reimpiegati quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

21.2 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI

La scarificazione della massicciata esistente dovrà essere effettuata adoperando apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato o con altre attrezzature che dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva.

La scarificazione sarà spinta fino alla profondità ritenuta necessaria dalla Direzione dei Lavori entro i limiti indicati nel relativo articolo di Elenco, provvedendo poi alla successiva vagliatura e raccolta in cumuli del materiale utilizzabile, su aree di deposito procurate a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente le superfici previste in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori aree rispetto a quelle previste o prescritte.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la scarifica dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta; in questi casi potrà essere richiesta la demolizione con scalpello a mano con l'ausilio del martello demolitore.

Solamente quando previsto in progetto e in casi eccezionali, si potrà eseguire la scarifica della massicciata stradale, con o senza conglomerato bituminoso, anche su opere d'arte, con macchina escavatrice od analoga e nel caso in cui il bordo della pavimentazione residua debba avere un profilo regolare, per il taglio perimetrale si dovrà fare uso della sega clipper.

21.3 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE

La fresatura della sovrastruttura per la parte legata a bitume per l'intero spessore o parte di esso dovrà essere effettuata con idonee attrezzature, munite di frese a tamburo, funzionanti a freddo, munite di nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dalla D.L.

Nel corso dei lavori la D.L. potrà richiedere la sostituzione delle attrezzature anche quando le caratteristiche granulometriche risultino idonee per il loro reimpiego in impianti di riciclaggio.

Le superfici fresate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature. Per le zone non raggiungibili dal macchinario principale con nastro trasportatore, si dovrà provvedere con frese a tamburo di dimensioni inferiori montate su minipala o eseguite a mano mediante l'asportazione totale con martello demolitore.

La pulizia del piano di fresatura dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di spazzole rotanti e dispositivo aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

L'Impresa si dovrà scrupolosamente attenere agli spessori di demolizione stabiliti dalla D.L.

Qualora questi dovessero risultare inadeguati e comunque diversi in difetto o in eccesso rispetto all'ordinativo di lavoro, l'Impresa è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo. La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature. Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

21.4 RIMOZIONI

Risultano a completo carico dell'impresa le rimozioni intese come:

- smontaggio di recinzione costituita da rete metallica e relativi montanti, cancelli metallici e ringhiere disposte lungo l'area espropriata a differenti proprietari;
- smontaggio di sicurvia di qualunque tipo, con montanti infissi in terra o in pavimentazione;
- lo smantellamento degli impianti elettrici e di scarico acque, ecc.,

Nelle rimozioni sopra elencate sono compresi gli oneri, per il carico, il trasporto e lo scarico a deposito nei luoghi indicati dalla Direzione Lavori dei materiali riutilizzabili ed a rifiuto di quelli non riutilizzabili.

Art. 22 - FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE

22.1 TRACCIAMENTI

L'Impresa è tenuta ad eseguire la picchettazione completa o parziale del lavoro, prima di iniziare i lavori, in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti come indicato negli elaborati grafici. A suo tempo dovrà posizionare delle modine, nei tratti più significativi o nei punti indicati dalla Direzione lavori, utili e necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate tanto degli sterri che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelli manomessi durante la esecuzione dei lavori.

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

22.2 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO

La preparazione del piano di posa del rilevato (scotico) consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi e del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua fino alla realizzazione del piano di posa del rilevato identificato dagli elaborati grafici di progetto.

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:

1. lo scoticamento del terreno dovrà sempre essere eseguito prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane provvedendo a definire, pur nel rispetto delle quote di livellamento di progetto, pendenze laterali tali da garantire lo smaltimento delle acque piovane, oltre a realizzare un sufficiente numero di aperture ai lati della area di scotico per permettere il deflusso delle acque verso i fossi laterali;
2. tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito e, ove si creassero vuoti o avvallamenti, si dovrà provvedere a reintegrare il terreno fino alla quota di progetto;
3. durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto;
4. il materiale vegetale scavato, previa selezione di quello riconosciuto idoneo effettuata dalla D.L., con ordine di servizio, dovrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato e del soprassuolo, ricondotto in dimensioni trasportabili, dovrà essere portato a discarica;
5. eventuale materiale diverso da terreno vegetale che venisse messo in luce durante l'operazione di scorticamento dovrà essere regolarmente smaltito in apposite discariche in rapporto alla tipologia del materiale stesso;
6. rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati;
7. la larghezza dello scoticamento è indicata negli elaborati progettuali e ricomprende tutte le aree di appoggio del rilevato e le zone limitrofe sede delle opere idrauliche accessorie (fossi, aree di accumulo, ecc.);
8. in corrispondenza di allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale addossare il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di altezza non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza; l'operazione di gradonatura deve essere sempre preceduta dalla rimozione dello strato di terreno

vegetale e deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del rilevato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati;

22.3 SCAVI

Si definisce scavo ogni movimentazione di masse di terreno dal sito originario finalizzata alla realizzazione di opere costituenti il nastro stradale e le sue pertinenze, quali:

- rilevati;
- opere d'arte;
- cunette, accessi, passaggi e rampe, etc.

Gli scavi si distinguono in :

- scavi di sbancamento;
- scavi a sezione ristretta.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici.

Nell'esecuzione dei lavori di scavo l'Impresa dovrà scrupolosamente rispettare le prescrizioni assumendosene l'onere, e farsi carico degli oneri di seguito elencati a titolo descrittivo e non limitativo:

- a) profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno. Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. Se il fondo degli scavi di sbancamento per la realizzazione del piano di appoggio del rilevato e quello degli scavi a sezione ristretta per la realizzazione del piano di posa del magrone delle opere d'arte, risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972). Per gli scavi a sezione ristretta la D.L. potrà valutare come sufficiente una compattazione anche minore del valore sopra indicato in relazione alle condizioni generali in cui viene realizzato. Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei;
- b) recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo;
- c) se l'impresa riterrà opportuno potrà sostituire lo scavo delle scarpate previste da progetto (inclinate) con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in conformità alle norme di sicurezza senza avanzare alcun compenso aggiuntivo;
- d) segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L. , prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti.

In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.

22.3.1 Scavi di sbancamento

Sono così denominati i movimenti terra di grande entità eseguiti generalmente all'aperto senza particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi non chiusi ed occorrenti per:

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 15%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;

- taglio delle scarpate di trincee o rilevati.

La regolarità del piano di fondo dello sbancamento su cui posare lo strato di rinforzo del corpo del rilevato, previa ispezione e controllo, deve essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi (di portanza insufficiente o suscettibili di eccessivi cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati.

22.3.2 Scavi a sezione ristretta

Sono così denominati i movimenti terra eseguiti generalmente all'aperto con particolari limitazioni sia fuori che in acqua, ovvero gli scavi chiusi ed occorrenti per:

- impianto di opere d'arte;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

Sono così denominati gli scavi chiusi da pareti, di norma verticali o subverticali, riproducenti il perimetro dell'opera, effettuati al di sotto del piano orizzontale passante per il punto più depresso del terreno lungo il perimetro medesimo.

Questo piano sarà determinato, a giudizio della D.L., o per l'intera area di fondazione o per più parti in cui questa può essere suddivisa, a seconda sia della accidentalità del terreno, sia delle quote dei piani finiti di fondazione.

Se gli scavi di fondazione dovessero essere eseguiti, ove ragioni speciali lo richiedessero, con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, in tal caso non sarà computato né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito, né il conseguente maggior volume di riempimento.

E' vietato all'Impresa, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature o ai getti prima che la D.L. abbia verificato ed accettato i piani di fondazione.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, al riempimento con materiali idonei dei vuoti residui degli scavi di fondazione intorno alle murature ed al loro costipamento fino alla quota prevista.

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 (S.O. alla G.U. 1/6/1988 n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) e successivi aggiornamenti.

I sistemi per l'allontanamento dell'acqua dagli scavi dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

L'impresa provvederà a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse al regolare deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fagatori; analogamente l'Impresa dovrà a sua cura e spesa, adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

22.4 RINTERRI E BONIFICHE

Per rinterri e o bonifiche si intendono i lavori di:

- riempimento degli spazi residui tra manufatti e gli scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc.;

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

22.4.1 Rinterri

- a) Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, ed A₃ (UNI-CNR 10006/2002) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- b) 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);
- c) il rinterro a tergo della scogliera in pietrame per la ricostituzione delle arginature di imbocco e sbocco degli scatolari è da realizzarsi con nucleo in materiale argilloso selezionato appartenente ai gruppi A₄, A₅, A₆, (UNI-CNR 10006/2002) opportunamente compattato.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili, non debbono essere scaricate direttamente a ridosso dei cavi o al loro interno, ma depositate in loro vicinanza e successivamente poste in opera a strati per essere compattati con mezzi adatti. L'Impresa deve evitare di realizzare rinterri in corrispondenza di manufatti murari che non abbiano raggiunto sufficienti caratteristiche di resistenza. Inoltre, si deve evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti delle strutture murarie. A tergo di tali strutture debbono essere impiegati mezzi di compattazione leggeri, quali piastre vibranti e rulli azionati a mano, avendo cura di garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti, operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione dei riempimenti ovvero di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc., si deve garantire la continuità con la parte realizzata, impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

22.4.2 Bonifiche

Se nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto, oltre che nel caso del rinterro di fossi al di sotto del piano di posa del rilevato, si opererà come segue:

- a) esecuzione di bonifica del terreno, mediante scavo dello spessore che mostra scadenti caratteristiche meccaniche, o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, o allentato per lo scorrimento delle acque nel caso di fossi, e la sua sostituzione 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 (D_{60}/D_{10}) 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 (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- b) nel caso in cui la bonifica di zone di terreno di cui al punto a) 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.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 20 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).

22.4.3 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.

22.5 STRATO DI RINFORZO - ANTICAPILLARE

Lo strato di rinforzo-anticapillare del rilevato sarà realizzato mediante le seguenti lavorazioni:

- scavo di sbancamento come descritto al punto 22.3.1;
- posizionamento sul fondo dello scavo di un geotessile tessuto in polipropilene nero (trama-ordito);
- riempimento del volume scavato con materiale proveniente da riciclaggio degli scarti delle attività di costruzione e demolizione.

Lo strato di rinforzo-anticapillare dovrà avere uno spessore compreso di 0,30m; sarà composto di aggregato da costruzione e demolizione da utilizzare conforme ai seguenti requisiti:

Tabella 22.5a - Materiali per corpo dello strato di rinforzo-anticapillare

Parametro	Modalità di prova	Limiti
Parametro	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	>70% in massa
Cis, mattoni e laterizi, intonaci materiali litici, malte, ceramica	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in massa
Vetro e scorie vetrose	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<25% in massa
Conglomerati bituminosi	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4mm	<15% in totale <5% per ciascuna tipologia
Altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,3% in massa
Materiali deperibili o cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, residui alimentari)	Separazione visiva su trattenuto setaccio 4 mm	<0,6% in massa
Altri materiali (gesso metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro etc.)		2 mm < d < 50 mm
Granulometria		<15%
Passante setaccio 2 mm	CNR B.U. 23/1971 UNI EN 933-1	<3%
Passante setaccio 0,075 mm	CNR UNI 10014	N.P.
Indice di plasticità		

I costituenti della frazione trattenuta allo staccio da 63 mm devono essere compatti e privi di vuoti interni (blocchi di roccia, mattoni pieni, calcestruzzo senza armatura sporgente): non possono essere accettati mattoni forati, blocchi forati e simili, se non frantumati fino a risultare passanti anche nel seguito allo staccio da 63 mm).

I materiali dovranno risultare del tutto esente da componenti instabili (gelivi, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati.

Il geotessile sarà costituito da tessuto in bandelle di larghezza costante intrecciate regolarmente tra loro, ottenuto da fibre 100% polipropilene di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), in rotoli di larghezza minima 5,0 m.

Il geotessile dovrà presentare superficie scabra, essere imputrescibile ed atossico, essere resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinante ed isotropo.

Il geotessile dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e la posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni degli elaborati grafici su tutta la superficie di fondo dello scavo, con risvolti in verticale per tutto lo spessore di esso (cm 30 su entrambi i lati) e chiusure orizzontali per un minimo di:

- cm 150 su entrambi i lati dello strato di rinforzo per i tratti di variante principale;
- cm 150 su entrambi i lati dello strato di rinforzo per i tratti di collegamento alla viabilità esistente;
- cm 100 su entrambi i lati dello scavo di sbancamento per i tratti della strada di servizio.

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste.

Il materiale, del peso previsto in progetto per l'impiego specifico, deve rispondere ai requisiti minimi riportati in Tabella 22.5b:

Tabella 22.5b - Geotessile per strato di rinforzo-anticapillare

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Peso	UNI 5114	g/m ²	330
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N – Ordito	UNI 8639	kN/m	75
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N – Trama	UNI 8639	kN/m	70
Allungamento, in % – Ordito	UNI 8639	%	12
Allungamento, in % – Trama	UNI 8639	%	14
Lacerazione, in N	UNI 8279/9	kN/m	0,5
Punzonamento, in N	UNI 8279/14	KN	8
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13	cm/s	0,8
Dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile.		µm	< 100

La campionatura deve essere eseguita, per ciascuna fornitura omogenea, secondo la Norma UNI 8279/Parte 1.

I prelievi dei campioni sono eseguiti a cura dell'Impresa sotto il controllo della Direzione Lavori. Le prove devono essere effettuate presso Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere prima del loro impiego, successivamente su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

Il piano di stesa del geotessile deve essere perfettamente regolare, la giunzione dei teli deve essere realizzata mediante sovrapposizione per almeno 30 cm, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale.

I teli non debbono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio dei mezzi di cantiere prima della loro totale copertura con materiale riciclato per uno spessore di almeno 30 cm.

Lo strato di rinforzo verrà eseguito osservando le prescrizioni contenute nella D.G.R.T. 337/06 ed in particolare nei seguenti capitoli:

- 3 “PRODUZIONE E IMPIEGO DI MATERIALI INERTI RICICLATI”
- 5 “COSTRUZIONE DEI SOTTOFONDI STRADALI”
- 6 “COSTRUZIONE DEGLI STRATI DI FONDAZIONE DI SOVRASTRUTTURE STRADALI”

22.6 ” RILEVATI

Con il termine "rilevati" sono definite tutte le opere in terra destinate a formare il corpo stradale, le opere di presidio, i piazzali, nonché il piano d'imposta delle pavimentazioni .

Si considerano separatamente le seguenti tipologie di rilevati:

- Rilevati in terra naturale;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;
- Rilevati in materiale riciclato
- Rilevati in argilla espansa

- Sottofondi.

22.6.1 Rilevati in terra naturale

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

Essi sono qualificati e classificati secondo quanto riportato nella norma CNR-UNI 10006/63 "Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre", sintetizzata nella Tabella 1.1

Tabella 22.6.1a – Costruzione e manutenzione delle strade - Tecnica di impiego delle terre

Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%					Torbe e terre organiche palustri A8
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7		
Gruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica													
Frazione passante allo Staccio													
2 UNI 2332 %	≤ 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332													
Limite liquido	-	-	≤ 40	> 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	≤ 40	> 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6	N.P.	≤ 10	≤ 10 max	≤ 10	> 10	> 10	≤ 10	≤ 10	> 10	> 10	> 10	> 10
											IP ≤ LL-30	IP > LL-30	
Indice di gruppo	0		0	0				≤ 4	≤ 8	≤ 12	≤ 16	≤ 20	

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

Nella formazione dei rilevati con materie provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati nel piano particolareggiato delle lavorazioni, di cui al successivo paragrafo, in ordine di priorità, i materiali sciolti dei gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃.

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

I materiali impiegati, qualunque sia il gruppo di appartenenza, devono essere del tutto esenti da sostanze organiche, vegetali e da elementi solubili o comunque instabili nel tempo.

Terre con contenuto di sostanza organica di origine vegetale minore del 5% possono essere utilizzate per strati di rilevato posti a più di 2 metri dal piano di posa della pavimentazione.

Nella redazione del progetto in ordine alle possibilità e modalità di impiego delle terre si considerano le seguenti proprietà dei diversi gruppi; queste determinano le scelte anche del piano particolareggiato delle lavorazioni di cui al paragrafo che segue e le modalità di posa in opera.

Gruppo A₁- Appartengono a questo gruppo i materiali rocciosi non evolutivi e le terre granulari, generalmente di più o meno grossa pezzatura, pressoché insensibili all'azione dell'acqua e del gelo, che sotto il profilo dei movimenti di terra possono dar luogo ad un ampio spettro di comportamenti, in relazione:

- al contenuto di fino (frazione minore di 0,075 mm);
- all'assortimento granulometrico;
- alla presenza di elementi di grossa pezzatura.

Nel prevederne l'impiego occorre considerare che le ghiaie e le sabbie alluvionali con poco fino (meno del 5%), permeabili e prive di coesione, dopo costipamento risultano tanto più soggette all'erosione dell'acqua meteorica quanto più l'assortimento granulometrico è mal graduato. Per evitare che possano prodursi danni, l'Impresa deve rigorosamente procedere al rivestimento con terra vegetale delle scarpate man mano che cresce l'altezza del rilevato; la semina per l'inerbimento ugualmente deve essere effettuata il più rapidamente possibile.

I detriti di falda, le rocce alterate, i depositi morenici ed anche le alluvioni eterogenee con un contenuto di fino compreso tra il 10 ed il 15% danno luogo a strati molto compatti e difficilmente erodibili; richiedono, tuttavia, un attento controllo dell'umidità di costipamento al fine di attingere valori elevati di portanza.

I materiali con elementi superiori a D=50mm e, in particolare, quelli provenienti da scavi in roccia (dura e tenace) richiedono cautele e particolari provvedimenti per quel che riguarda la stesa in strati di spessore regolare ed il costipamento.

I provvedimenti da adottarsi consistono nelle seguenti operazioni:

- scarto degli elementi di dimensioni maggiori di D=500 mm;
- correzione granulometrica (per frantumazione e/o aggiunta di pezzature in difetto).

Nella redazione del piano dei movimenti di terra, di norma si riservano le terre del sottogruppo A1-a, specialmente se di granulometria ben assortita, ai manufatti in terra che richiedono più elevate proprietà meccaniche e/o agli strati di sottofondo.

Gruppo A₃ Le sabbie di questo gruppo, specialmente quando presentano una frazione ghiaiosa (> 2mm) modesta, si prestano male al costipamento ed alla circolazione dei mezzi di cantiere, per mancanza di coesione e di portanza. Di norma l'impiego senza particolari accorgimenti è limitato alla realizzazione di bonifiche dei piani di posa dei rilevati e di strati anticapillari; terre di questo gruppo possono essere impiegate nella formazione del corpo del rilevato se presentano un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) non inferiore a 7.

Per le sabbie a granulometria uniforme deve prevedersi, invece, o un trattamento con cemento, o una correzione granulometrica, ovvero entrambi i provvedimenti.

Sottogruppi A_{2.4} e A_{2.5} - Le ghiaie e le sabbie limose a bassa plasticità di questi due sottogruppi sono convenientemente adoperate per la costruzione dei rilevati, peraltro senza difficoltà di esecuzione: la bassa plasticità ($IP < 10$) e la frazione fine non eccessiva ($< 35\%$) permettono, infatti, di modificare facilmente il loro contenuto d'acqua.

Generalmente presentano bassa permeabilità e modesta risalita capillare: perciò non richiedono particolari provvedimenti per proteggere dal gelo lo strato di sottofondo (o sottofondazione) e la soprastante pavimentazione.

Tenuto conto della sensibilità all'umidità di costipamento e dei rapidi cambiamenti di consistenza della frazione fine al variare del contenuto d'acqua, i lavori vanno immediatamente sospesi quando l'umidità naturale superi significativamente quella ottimale di costipamento e quando le condizioni atmosferiche portino ad un incremento del contenuto d'acqua.

Per tali terre, pertanto, l'Impresa è tenuta ad adottare programmi operativi che permettano di contenere i periodi di sospensione dei lavori, procedendo:

- all'estrazione per strati suborizzontali, allorché si vogliano favorire le variazioni di umidità;
- all'estrazione frontale, nel caso contrario.

Quando la frazione fine non supera il 12 % e se non sono presenti elementi di grossa pezzatura ($D > 71$ mm) queste terre non presentano particolari problemi di costipamento.

22.6.2 Rilevati in terra rinforzata

Il rilevato in terra rinforzata sarà realizzato con paramento a vista inclinato di circa 65° rispetto all'orizzontale, costituito da strati alternati di Geogriglia d'armatura e di terre fornite a piè d'opera con idonee caratteristiche geomeccaniche. La scarpata di tale manufatto sarà contenuta da un cassero di guida e di appoggio in rete metallica elettrosaldata e da una stuoia in fibre vegetali e/o sintetiche in grado di contenere il terreno e trattenere la semina che, germinando, renderà il paramento in vista completamente vegetato.

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A_{1-a}, A_{1-b}, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃ della classifica CNR – UNI 10006/2002; il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm.

Prevedendosi l'uso di rinforzi (metallici, con l'impiego di geotessili, ecc.) per i materiali impiegati dovranno essere preliminarmente verificate le seguenti condizioni:

- contenuto in sali;
- solfuri, del tutto assenti;
- solfati, solubili in acqua, minori di 500 mg/kg;
- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH compreso tra 5 e 10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohm x cm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohm x cm per opere immerse in acqua.

La compattazione di detti materiali dovrà risultare alle prescrizioni per rilevati in terra naturale.

Il sistema comprende:

1. posa in opera di Geogriglie in HDPE prodotte per estrusione e stiratura monodirezionale; tali geosintetici dovranno avere aperture di forma allungata e giunzioni integrali. Non saranno consentiti rinforzi di tipo tessuto di nessun genere. Le Geogriglie monorientate saranno costituite da polimeri aventi alta resistenza meccanica e notevole inerzia chimica, fisica e biologica, e stabilizzati all'azione dei raggi U.V. con nerofumo. Inoltre dovranno 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. Le Geogriglie dovranno essere risvoltate sulla facciata, all'interno dei casseri di guida, senza essere collegate in alcun modo a questi ultimi. La scelta della Geogriglia monorientata di rinforzo è stata determinata progettualmente in funzione dell'altezza del rilevato da realizzare e delle caratteristiche geomeccaniche delle terre da utilizzare; riferendosi allo schema progettuale le caratteristiche tecniche delle Geogriglie utilizzate sono le seguenti:

- POLIMERO (ASTM D1248):
HDPE estruso e stirato longitudinalmente (gruppo III, classe A, grado 5)
- RESISTENZA A TRAZIONE SU BANDA LARGA (ISO 10319):
Geogriglia: 45 kN/m;
- ALLUNGAMENTO A SNERVAMENTO (GRI-GG1):
non superiore a 14%;
- RESISTENZA DELLE GIUNZIONI (GRI-GG2):
Geogriglia: 36 kN/m;
- RESISTENZA A LUNGO TERMINE (GRI-GG3, GRI-GG4):
Geogriglia: 21,20 kN/m;

2. posa in opera di stuoie in fibre vegetali (o sintetiche) per la protezione superficiale della scarpata, il contenimento del terreno e il trattenimento dell'idrosemina;
3. posa in opera di casseri metallici opportunamente sagomati costituiti da rete metallica elettrosaldata con maglia 15 x 15 cm e filo $\phi = 8$ mm e corredati di distanziatori e puntoni;
4. esecuzione di inerbimento di tipo integrato mediante idrosemina di essenze erbacee a forte apparato radicale in quantità minima di 40 gr /mq di seme, con aggiunta di conglomeranti e prodotti colloidali, humus e fertilizzante contenente macro e microelementi a cessione prolungata.

La posa in opera avverrà secondo il seguente schema:

1. livellamento e compattazione del piano di fondazione;
2. posizionamento dei casseri e loro fissaggio;
3. posa delle Geogriglie monorientate di rinforzo come da specifiche di progetto lasciando temporaneamente esterna al cassero la porzione di geogriglia da risvoltare (1,50 m circa);
4. posizionamento lungo la facciata interna del cassero di una stuoia in fibre naturali (o sintetiche) di contenimento e antidilavamento;
5. stesa del terreno di riempimento in strati di spessore non superiori a 0,60 m, stesi e compattati in duplice tornata con spessore di circa 0,30 m, fino ad una costipazione non inferiore al 95% dello Standard Proctor;
6. risvolto e fissaggio al terreno della porzione di geogriglia tenuta esternamente al cassero;
7. ripetizione delle fasi 2 - 6 fino a completamento dell'opera;
8. idrosemina della facciata.

22.6.3 Rilevati con materiali riciclati

Generalità

Il corpo stradale, al di fuori dei tratti occupati da opere d'arte maggiori (viadotti e gallerie), si realizza attraverso movimenti di materiali mediante l'apertura di trincee o la costruzione di rilevati. Si distinguono, più in generale, nei movimenti di materiali le seguenti lavorazioni:

- lo smacchiamento generale (taglio di alberi arbusti e cespugli, estirpazioni delle radici), lo scoticamento e la rimozione del terreno vegetale (o a rilevante contenuto di sostanze organiche);
- gli scavi di sbancamento per l'apertura della sede stradale in trincea, per la predisposizione dei piani di appoggio dei rilevati e per le opere di pertinenza stradali;
- gli scavi a sezione ristretta per l'impianto di opere d'arte, gli scavi subacquei, le demolizioni, gli scavi in roccia;
- la formazione dei rilevati, compreso lo strato superiore su cui poggia la pavimentazione stradale (sottofondo).

Salvo casi speciali, dettati da particolarissime condizioni locali e relativi a ridotte volumetrie, i movimenti di materiali si eseguono con l'impiego di apparecchiature meccaniche specializzate per lo scavo, il trasporto, la stesa ed il costipamento.

Pianificazione dei lavori

Con riferimento alla verifica del progetto, ai sensi dell'art. 131 del DPR 554/99, ed alle lavorazioni per la formazione del corpo stradale in trincea e in rilevato, l'Impresa deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un programma dettagliato dei movimenti di materia, nonché eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori basata su determinazioni sperimentali di laboratorio e su prove in vera grandezza (v. § Campi prova). Detta indagine si articola di norma come segue:

- rilievo geometrico diretto dell'andamento morfologico del terreno in corrispondenza delle sezioni di progetto e di altre eventuali sezioni intermedie integrative;
- rilievo, attraverso pozzetti stratigrafici, dello spessore di ricoprimento vegetale;
- identificazione della natura e dello stato dei materiali per la valutazione dell'attitudine al particolare impiego, prevedendo le prove di laboratorio di cui ai seguenti paragrafi.

Campi prova

Con la sola eccezione di lavori per i quali i volumi dei movimenti di materiali siano del tutto trascurabili (come tali individuati nel Progetto approvato) e salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori, l'Impresa è tenuta a realizzare (per ciò mettendo a disposizione della Direzione Lavori personale e mezzi adeguati) una sperimentazione in vera grandezza (campo prova), allo scopo di definire, sulla scorta dei risultati delle prove preliminari di laboratorio e con l'impiego dei mezzi effettivamente disponibili, gli spessori di stesa ed il numero di passaggi dei compattatori che permettono di raggiungere le prestazioni (grado di addensamento e/o portanza) prescritte. La sperimentazione in vera grandezza deve riguardare ogni approvvigionamento omogeneo di materiale che si intende utilizzare per la costruzione del corpo stradale. Il progetto del campo prova, definito nel dettaglio, dovrà essere presentato dall'Impresa e approvato dalla Direzione Lavori compreso le prove su piastra in qualsiasi numero.

L'onere economico della sperimentazione in campo prove è compreso nel prezzo d'appalto e, quindi, cade a carico dell'Impresa. Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato: in questo caso dopo la sperimentazione è fatto obbligo all'Impresa di demolire le sole parti del manufatto non accettabili rispetto alle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale. La sperimentazione va completata prima di avviare l'esecuzione dei rilevati, per essere di conferma e di riferimento al programma dettagliato dei movimenti di materia e alle modalità delle lavorazioni; in ogni caso, se applicata a materiali diversi deve precedere, per ciascuno di essi, l'inizio del relativo impiego nell'opera. Analogamente la sperimentazione va ripetuta in caso di variazione del parco macchine o delle modalità esecutive.

A titolo orientativo, per quanto attiene alle modalità operative che dovranno essere dettagliate nel progetto presentato dall'Impresa per l'approvazione alla Direzione Lavori, si segnala che:

- l'area prescelta per la prova in vera grandezza deve essere perfettamente livellata, compattata e tale da presentare caratteristiche di deformabilità analoghe a quelle dei materiali in esame;
- la larghezza della stesa di prova deve risultare almeno pari a tre volte quella del rullo compattatore;
- i materiali vanno stesi in strati di spessore costante (o variabile qualora si voglia individuare lo spessore ottimale), provvedendo a compattarli con regolarità ed uniformità e simulando, durante tutte le fasi di lavoro, le modalità esecutive che poi saranno adottate nel corso dei lavori;
- per ciascun tipo di materiale e per ogni modalità esecutiva, occorre mettere in opera almeno 2 o 3 strati successivi; per ciascuno di essi vanno eseguite le prove di controllo dopo successive passate (ad esempio, dopo 4, 6, 8, passate).

Una prova preliminare di sperimentazione in vera grandezza deve obbligatoriamente essere predisposta quando l'impiego dei materiali riciclati supera complessivamente il volume di 1000 m³; il campo prova deve essere comunque predisposto, anche per volumi inferiori di inerti da riciclo, quando i materiali disponibili presentino caratteristiche fisiche e comportamentali difformi dai requisiti di seguito riportati per ogni specifico impiego, o quando in progetto siano state indicate tipologie di inerti da riciclo differenti da quelle effettivamente reperibili in zona. Il campo prova deve essere controllato mediante la determinazione dei moduli di deformazione Md e Md' (CNR B.U. n.146/92); le misure debbono essere effettuate per ogni strato almeno in cinque punti appartenenti ad una porzione omogenea del manufatto, con interessamento in senso trasversale dell'intera piattaforma. Debbono

essere, inoltre, misurati i valori della massa volumica del secco in sito (CNR B.U. n. 22/72), del contenuto d'acqua (CNR UNI 10008/63) nella porzione di materiale in vicinanza dei punti di misura del modulo di deformazione, nonché gli spessori degli strati finiti. Dovranno inoltre essere determinate le granulometrie dei campioni di materiale già costipato per un confronto con le granulometrie effettuate sugli stessi materiali prima della compattazione. Le prove con piastra a doppio ciclo di carico (CNR B.U. n.146/92) consentiranno la determinazione del rapporto Md'/Md tra i moduli di deformazione rispettivamente al secondo ed al primo ciclo di carico. Il valore di tale rapporto potrà costituire un elemento di giudizio, da parte della Direzione Lavori, circa la qualità del costipamento ottenuto. Nei cantieri di grande dimensione e in ogni caso in cui i controlli in corso d'opera vengano effettuati impiegando prove rapide e/o ad alto rendimento come quelle eseguite tramite il Falling Weight Deflectometer FWD (ASTM D4694/96) che consentono la determinazione del modulo elastico equivalente "E", le indagini preliminari sui rilevati sperimentali sono finalizzate anche a stabilire le necessarie correlazioni tra i valori del grado di addensamento (CNR B.U. n.69/78 e CNR B.U. n.22/72) e/o dei moduli di deformazione Md e Md' (CNR B.U. n.146/92) e quelli dei moduli elastici equivalenti "E" determinati tramite il Falling Weight Deflectometer.

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

Piano particolareggiato delle lavorazioni

In sostanziale aderenza alle previsioni di progetto, per il conseguimento delle prestazioni previste per i manufatti e per le loro singole parti, l'Impresa deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata da un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi, mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;
- le modalità di posa in opera di ciascun materiale, da verificare nel campo prova, in ordine a:
- spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
- attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare dei compattatori, ad assicurare le prescritte prestazioni;
- numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti;
- e prevalenti condizioni di umidità naturale dei materiali impiegati all'atto della posa in opera, in relazione alle quali sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;
- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità di accesso al cantiere di lavoro, piazzali di deposito provvisorio;
- eventuali integrazioni o modifiche del progetto per apertura, coltivazione e recupero ambientale delle cave di prelievo e dei siti di deposito, opere di sostegno provvisorio degli scavi, di drenaggio e di difesa dalle acque;
- le modalità di recupero ambientale, di ricopertura di realizzazione di opere in verde a protezione dei pendii dalle erosioni superficiali.

Ogni proposta di variazione del piano particolareggiato dei lavori che si rendesse utile o necessaria in corso d'opera deve essere motivatamente presentata al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminata. La suddetta programmazione è anche condizione indispensabile per la gestione del cantiere in regime di controllo di qualità della prestazione, ai sensi delle Norme UNI EN ISO serie 9000.

PIANO DI POSA

preparazione del terreno di sedime

Immediatamente prima della costruzione del corpo del rilevato, l'Impresa deve procedere alla rimozione e all'asportazione della terreno vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto. Ogni qualvolta il corpo del rilevato deve poggiare su un declivio con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità dal Progetto, il piano particolareggiato delle lavorazioni prevederà che, ultimata l'asportazione del terreno vegetale, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di appoggio con superfici di posa in leggera contropendenza (1÷2%). Per la continuità spaziale delle gradonature si deve curare, inoltre, che le alzate verticali si corrispondano, mantenendo costante la loro distanza dall'asse stradale. Inoltre, le gradonature debbono risultare di larghezza contenuta, compatibilmente con le esigenze di cantiere e le dimensioni delle macchine per lo scavo. In corrispondenza di allargamenti di rilevati esistenti il terreno costituente il corpo del rilevato, sul quale addossare il nuovo materiale, deve essere ritagliato a gradoni orizzontali, avendo cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di alzata non superiore a 50 cm) la stesa ed il costipamento del corrispondente strato di ampliamento di pari altezza. L'operazione di gradonatura deve essere sempre preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale e deve essere effettuata immediatamente prima della costruzione del corpo del rilevato, per evitare l'esposizione alle acque piovane dei terreni denudati. La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, deve essere approvata da parte della Direzione Lavori che, nell'occasione e nell'ambito della discrezionalità consentita, può richiedere l'approfondimento degli scavi di sbancamento, per bonificare eventuali strati di materiali torbosi o coesivi (di portanza insufficiente o suscettibili di futuri cedimenti), o anche per asportare strati di terreno rimaneggiati o rammolliti per inadeguata organizzazione dei lavori e negligenza da parte dell'Impresa.

Terreni cedevoli

Quando siano stimabili cedimenti dei piani di posa eccedenti i 15 cm, l'Impresa deve prevedere, nel piano dettagliato, un programma per il loro controllo ed il monitoraggio della loro evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Impresa, secondo le indicazioni della Direzione Lavori. La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm. L'Impresa è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

Requisiti di portanza

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione M_d , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato) del rilevato, secondo la norma CNR B.U. n.146/92, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15$ N/mm², deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm² (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m.
- 20 N/mm², quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m². Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione deve essere effettuata in condizioni di saturazione del materiale interessato.

Bonifiche del terreno di sedime

Quando la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di portanza richiesti nel precedente paragrafo, può essere introdotto nel programma dettagliato delle lavorazioni l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. L'opportunità di realizzare questo tipo di lavorazione sarà valutata sulla base di un'analisi geotecnica del problema, che ne dimostri la necessità. Qualora si rendesse necessaria la realizzazione di tale strato è indispensabile definire, sempre mediante un'analisi geotecnica, le caratteristiche dimensionali dell'intervento (spessore ed estensione). L'idoneità dei materiali riciclati da impiegare per la realizzazione di strati di bonifica dei piani di appoggio dei rilevati sarà valutata sulla base dei requisiti richiesti ai materiali da impiegare nella formazione del corpo dei rilevati nel caso in cui gli strati di bonifica si trovino a distanza superiore a 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione.

Strati anticapillari

Gli strati anticapillari sono strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad elevata permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante. Lo strato anticapillare in materiale riciclato, dello spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, deve essere costituito da elementi granulari con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in massa e, comunque, con un passante al setaccio da 0,063 mm non superiore al 3%. Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da componenti vegetali. Il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 1000 m³ di materiale posto in opera, salvo maggiori e più restrittive verifiche disposte dalla Direzione dei Lavori. Tutti gli altri requisiti qualitativi dei materiali riciclati da impiegare per la realizzazione di questi strati saranno valutati sulla base dei requisiti richiesti ai materiali da impiegare nella formazione del corpo dei rilevati, nel caso in cui gli strati anticapillari si trovino a distanza superiore a 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione o dei requisiti richiesti ai materiali destinati alla formazione dei sottofondi, nel caso in

cui tali strati siano ubicati a distanza inferiore a 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione.

Aggregati

L'intrinseca variabilità di provenienza dei materiali che compongono gli aggregati riciclati impone di caratterizzarli qualificandoli per lotti omogenei, allo scopo di evitare disuniformità di comportamento dopo la messa in opera. I requisiti di accettazione degli inerti riciclati di seguito riportati si riferiscono all'impiego nella costruzione degli strati del corpo del rilevato e di bonifiche del piano di posa degli stessi. Si precisa che per corpo del rilevato di che trattasi si intende la porzione di rilevato posta a distanza superiore ad 1 m dal piano di posa della sovrastruttura stradale.

Requisiti fisico – meccanici

Le miscele di materiali riciclati provenienti da attività di costruzione e demolizione devono rispettare i requisiti indicati nella Tabella 22.6.3 a.

Ai fini del loro impiego l'Impresa è tenuta a predisporre, per ogni lotto di materiale, la qualificazione dello stesso tramite certificazione rilasciata da un Laboratorio specializzato.

Tabella 22.6.3 a – Aggregati da costruzione e demolizione per il corpo dei rilevati

Componenti	Modalità di prova	Limiti
Contenuto di materiali litici di qualunque provenienza, pietrisco tolto d'opera, calcestruzzi, laterizi, refrattari, prodotti ceramici, malte idrauliche ed aeree, intonaci	UNI EN 13285 Appendice A	> 70% in massa
Contenuto di conglomerati bituminosi	UNI EN 13285 Appendice A	25% in massa
Contenuto di vetro e scorie vetrose	UNI EN 13285 Appendice A	15% in massa
Contenuto di altri rifiuti minerali dei quali sia ammesso il recupero nel corpo stradale ai sensi della legislazione vigente	UNI EN 13285 Appendice A	15% in massa e 5% per ciascuna tipologia
Contenuto di materiali deperibili o materiali plastici cavi (carta, legno, fibre tessili, cellulosa, sostanze organiche eccetto il bitume, residui alimentari, corrugati, tubi, parti di bottiglie in plastica, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	0,1% in massa
Contenuto di altri materiali (metalli, guaine, gomme, lana di roccia o di vetro, gesso, ecc.)	UNI EN 13285 Appendice A	0,6% in massa
Parametri	Modalità di prova	Limiti
Indice di plasticità	CNR UNI 10014	6%
Passante al setaccio 63 mm	UNI EN 933-1	> 85% in massa
Passante al setaccio 4 mm	UNI EN 933-1	60% in massa
Passante al setaccio 0,063 mm	UNI EN 933-1	25% in massa
Dimensione massima Dmax	UNI EN 933-1	125 mm
Trattenuto setaccio 63 mm	Frantumazione	Assenza di vuoti interni

Requisiti chimici

I materiali riciclati debbono appartenere prevalentemente alle tipologie 7.1., 7.2., 7.11. e 7.17. previste dal D.M. 05/02/98, n.72. Non sono ammessi materiali contenenti amianto e/o sostanze pericolose e

nocive o con significativi contenuti di gesso. Pertanto, tali materiali debbono essere sottoposti ai test di cessione sul rifiuto come riportato in Allegato 3 del citato D.M. del 05/02/98, o a test equivalente di riconosciuta valenza europea (UNI 10802/2002). Il contenuto totale di solfati e solfuri (Norma UNI EN 1744-1) deve essere <1 %. Se il materiale viene posto in opera a contatto con strutture in cemento armato, tale valore deve essere $<0,5$ %.

Posa in opera

La stesa del materiale deve essere eseguita con regolarità per strati di spessore costante, con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua. Per evitare disomogeneità dovute alle segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte della superficie d'impiego, per esservi successivamente riportato tramite mezzi di stesa. La granulometria dei materiali costituenti i diversi strati del rilevato deve essere la più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di materiali a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato. In ogni caso, il materiale non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 140 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati all'impianto di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto. Ciascuno strato può essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere accertato, mediante prove di controllo, l'idoneità dello strato precedente. Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione, sperimentate in campo prove, secondo le indicazioni riportate nel § Campi Prova.

Le operazioni di compattazione debbono essere determinate mediante la messa a punto degli schemi di rullatura che debbono essere definiti prima dell'inizio dei lavori. Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima degli aggregati impiegati. Il materiale deve essere steso in strati di ridotto spessore, comunque non superiore a 30 cm, e costipato mediante rullatura. La superficie degli strati, a compattazione avvenuta, deve avere una pendenza trasversale pari a circa il 4% e, comunque, tale da garantire lo smaltimento delle acque meteoriche e deve essere evitata la formazione di avvallamenti o solchi. Detta pendenza deve essere mantenuta durante il lavoro e il transito dei mezzi di cantiere, impiegando allo scopo livellatrici o macchine equivalenti. L'utilizzo di materiali da riciclo per la realizzazione del corpo dei rilevati è consentito purché interessi tutta l'impronta del rilevato stesso. Non sono ammesse alternanze di strati di materiali da riciclo e di terre, anche se appartenenti ad uno dei gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 della classificazione di cui alla Norma UNI 10006/2002. Il rilevato, quindi, deve essere costituito al massimo da due fasce di materiale differenti (riciclato e non) in senso verticale; in senso orizzontale, invece, deve essere comunque garantita l'omogeneità dei materiali utilizzati. Il piano particolareggiato delle lavorazioni indicherà i siti di impiego dei materiali riciclati confinandoli preferibilmente tra opere quali tombini, attraversamenti, opere d'arte ecc., onde evitare che, al contatto con materiali di caratteristiche differenti, si formino giunti o superficie di discontinuità. Potrà altresì prevedere la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando gli inerti da riciclo esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando terre tradizionali (appartenenti ad uno dei gruppi prima citati) per le fasce laterali. In tal caso i terreni di contronucleo vanno posti in strati di spessore pari a quelli realizzati con le materie da riciclo.

Compattazione

Nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori, l'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento

adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di massa volumica, di portanza e prestazionali richiesti per gli strati finiti. Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea (rulli lisci statici, rulli lisci vibranti, rulli gommati, rulli a piedi costipanti) ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHO Mod. (CNR B.U. n.69/78 o UNI EN 13286-2/2005). L'attitudine delle macchine di costipamento deve essere verificata in campo prova per ogni tipo di materiale che si prevede di impiegare. La loro produzione, inoltre, deve risultare compatibile con quella delle altre fasi (scavo, trasporto e stesa) e con il programma temporale stabilito nel piano particolareggiato dei movimenti di materia (v. § Piano particolareggiato delle Lavorazioni). Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, massa, pressione di gonfiaggio dei pneumatici, frequenza di vibrazione, ecc.), gli spessori degli strati ed il numero di passaggi, debbono rispettare le condizioni stabilite nel corso della sperimentazione in campo prova. In ogni caso l'efficacia del processo ed il conseguimento degli obiettivi restano nell'esclusiva responsabilità dell'Impresa. Se non occorre modificare il contenuto d'acqua, una volta steso il materiale, lo strato deve essere immediatamente compattato. La compattazione deve assicurare sempre un addensamento uniforme all'interno dello strato. Per garantire una compattazione uniforme, anche lungo i bordi del rilevato, le scarpate debbono essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma di progetto. La stesa ed il costipamento del materiale, pertanto, deve considerare una sovrallarghezza di almeno 0,50 m, per entrambi i lati del rilevato. Salvo diverse prescrizioni motivate in sede di Progetto, i controlli di qualità degli strati finiti, effettuati mediante misure di massa volumica, di portanza e prestazionali, debbono soddisfare i requisiti indicati nel successivo § "Controlli". Durante la costruzione del corpo dei rilevati occorre provvedere tempestivamente alla riparazione di danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Protezione

Si deve garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in Progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali. La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento. Qualora si dovessero manifestare erosioni di qualsiasi entità, l'Impresa deve provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese. Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori per più giorni, l'Impresa è tenuta ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 4%. Se dovessero verificarsi cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Impresa è obbligata ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica. Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte dimanufatto già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi strati. In questo caso è opportuno ripetere le prove di controllo dell'addensamento, della portanza e delle caratteristiche prestazionali.

CONTROLLI

Controllo delle forniture

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per valutare che non abbiano a verificarsi variazioni nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei Lavori. Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei materiali interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella Tabella 22.6.3 b, salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Tabella 22.6.3 b

Frequenza dei controlli delle forniture dei materiali per il corpo dei rilevati

Controllo	Primi 5000 m ³	Ulteriori m ³
Controllo dei requisiti di cui alla Tabella 4.1	ogni 500 m ³	ogni 3000 m ³
Umidità naturale	ogni 500 m ³ (*)	ogni 1000 m ³ (*)
Costipamento AASHO (CNR B.U. n.69/78 o UNI EN 13286-2/2005)	ogni 500 m ³	ogni 3000 m ³
(*) e comunque rapportate alle condizioni meteorologiche locali e all'omogeneità dei materiali messi in opera		

Controlli prestazionali sugli strati finiti

Il livello prestazionale degli strati posti in opera deve essere accertato, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove di addensamento AASHO Mod. di laboratorio, e attraverso il controllo della capacità portante. Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione Md, al primo ciclo di carico, secondo quanto previsto dalla norma CNR B.U. n.146/92. Il controllo mediante misure di massa volumica in sito (CNR B.U. n.22/72) per la successiva verifica del grado di addensamento può essere applicato soltanto se, come previsto dalla norma CNR B.U. n.69/78, la frazione di materiale trattenuto al setaccio da 20 mm UNI EN 932-2 non supera il 35% della massa totale. In questo caso il controllo può essere effettuato previa correzione del peso di volume del secco in sito, per tenere conto della presenza di elementi di dimensioni maggiori di 20 mm, determinando la massa volumica in sito tramite la relazione:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

Pd : massa totale dopo essiccazione del materiale prelevato;

V : volume totale occupato in sito dal materiale prelevato;

$P'd$: massa del secco della frazione trattenuta al setaccio UNI EN 20 mm;
 $V' = P'd / \gamma_s$: volume della frazione trattenuta al setaccio UNI EN 20 mm;
 γ_s : massa volumica apparente della frazione trattenuta al setaccio UNI EN 20 mm.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di massa volumica (non essendo possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHO Mod. di laboratorio), per valutare il grado di costipamento la Direzione Lavori può prescrivere l'esecuzione di prove di modulo a doppio ciclo di carico (CNR B.U. 146/92). La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni caso, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato esaminato. Il rapporto tra il valore del modulo di deformazione Md' al secondo ciclo di carico ed il valore del modulo di deformazione Md al primo ciclo di carico dovrà, in ogni caso, essere non superiore a 2,5. La prova di carico a doppio ciclo risulta inoltre necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato. In alternativa, o anche ad integrazione delle misure di modulo di deformazione, il controllo della portanza degli strati finiti può essere effettuato mediante misure di deflessione, operando con mezzi ad alto rendimento come il Falling Weight Deflectometer FWD (ASTM D4694/96) che consente la determinazione del modulo di elastico equivalente "E". Le soglie da raggiungere debbono essere determinate, preliminarmente, sulla base delle correlazioni stabilite in campo prova tra il modulo "E" e il modulo di deformazione Md , tenuto conto della struttura da realizzare e del materiale in esame. Le misure di deflessione risultano, generalmente, assai più rapide dalle misure di modulo di deformazione e, pertanto, possono essere convenientemente predisposte per ottenere una rappresentazione della variazione della portanza sull'intera estensione dello strato esaminato, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale, se ciò è ritenuto necessario, come nel caso degli ampliamenti e delle sezioni a mezza costa. Queste determinazioni possono inoltre rappresentare la base per la scelta dei punti in cui effettuare misure del modulo di deformazione Md se occorre determinare la distribuzione spaziale della portanza degli strati di rilevato realizzati, finalizzata al sezionamento del rilevato in tronchi omogenei di portanza.

Dato che la portanza di una materiale granulare dipende dal suo contenuto d'acqua in misura più o meno maggiore in relazione alla natura del materiale stesso, i livelli prestazionali indicati nella Tabella 22.6.3 c si riferiscono a contenuti d'acqua "w" compresi tutti nell'intervallo:

$w_{ott} - 2,0\% < w < w_{ott} + 2,0\%$ (w_{ott} = umidità ottima di costipamento ricavata con prove AASHO Mod.)

Se il contenuto d'acqua "w" del materiale al momento delle prove dovesse risultare esterno all'intervallo sopra specificato, la capacità portante può essere stimata a partire dalle relative misure effettuate tenendo opportunamente conto dell'influenza dell'umidità. Ciò richiede che per il dato materiale siano determinate preliminarmente nel campo prova le correlazioni tra la capacità portante e l'umidità del materiale stesso. Quando le suddette correlazioni non siano state determinate, nel caso delle prove di carico con piastra (o di deflessione tramite FWD) occorre ricondurre il contenuto d'acqua del materiale (per uno spessore di almeno 15 cm) all'interno dell'intervallo sopraindicato.

TRAFFICO	Grado di addensamento $\gamma_{d,sito}/\gamma_{dmax,laboratorio}$ [%]	Modulo di deformazione M_d [N/mm ²] (²)	M_d' / M_d (³)	"E" determinato tramite F.W.D.
P e PP	≥ 92 % AASHO Mod.	≥ 30	$\geq 2,5$	\geq del valore determinato in campo prove
L e M	≥ 90 % AASHO Mod.	≥ 25	$\geq 2,5$	\geq del valore determinato in campo prove
(¹) Strati posti a più di 1,0 m dal piano di posa della pavimentazione; (²) Determinato al primo ciclo di carico nell'intervallo di pressione tra 0,05 e 0,15 N/mm²; (³) Ove prescritto dalla Direzione Lavori.				

Le prove di controllo vanno ubicate nei punti indicati dalla Direzione Lavori e formano oggetto di apposito Verbale.

Frequenza dei controlli degli strati finiti

Salvo diverse e documentate prescrizioni della Direzione Lavori, la frequenza delle prove di controllo degli strati finiti deve rispettare quanto previsto nella seguente Tabella 22. 6.3.d

Tabella 22.6.3 d

Frequenza dei controlli sugli strati finiti del corpo del rilevato (1)

Controllo	Primi 5.000 m ³	Ulteriori m ³
Grado di addensamento	ogni 1000 m ³	ogni 3000 m ³
Modulo di deformazione M_d	ogni 1000 m ³	ogni 3000 m ³
Rapporto M_d / M_d'	ogni 1000 m ³	ogni 3000 m ³
Modulo elastico equivalente E con FWD	ogni 1000 m ³	ogni 3000 m ³
(1) Strati posti a più di 1,0 m dal piano di posa della pavimentazione.		

TOLLERANZE

Tolleranze dei risultati delle prove di controllo

Per ciascun tipo di prova di controllo, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella Tabella 22.6.3 c.

Negli altri casi si può accettare che su n. 5 risultati d'una stessa prova di controllo un risultato possa

non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento da tali valori minimi non ecceda:

- il 5%, per le misure del grado di addensamento;
- il 10%, per le misure dei moduli M_d e M_d' ;

Per le prove deflettometriche ad alto rendimento la media dei valori del modulo "E" ricavata da almeno 20 determinazioni non dovrà essere inferiore ai valori minimi prestabiliti. Può essere tollerato uno scostamento da tali valori minimi purché lo scostamento stesso non ecceda il 20%.

4.11.2. – TOLLERANZE DELLE GIACITURE DEI PIANI REALIZZATI RISPETTO A QUELLE DI PROGETTO L'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione sui piani finiti:

- ± 2% per la pendenza delle scarpate di trincea e di rilevato;
- ± 5 cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;
- ± 10 cm, per i piani delle scarpate, rivestite o non con terra vegetale.

La misura di queste tolleranze va eseguita mediante regolo rigido di 4 m di lunghezza (Norma UNI EN 13036-7/2004), disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati. I controlli di esecuzione delle scarpate e dei piani di posa degli strati di sottofondo sono effettuati di norma ogni 500 m².

22.6.4 Rilevati con argilla espansa

Riempimenti di bonifica, Costruzione di rilevati, Consolidamenti e Drenaggi possono essere realizzati con argilla espansa per ridurre il peso proprio dei materiali sostituiti, al fine di poterlo compensare con eventuali sovrastrutture, senza alterare l'equilibrio geologico e non avere cedimenti, riducendo le tensioni agenti in fondazione.

Caratteristiche dell'argilla espansa e Requisiti di Accettazione

La miscela da utilizzare 0-30 mm deve essere conforme ai seguenti requisiti

- il fuso granulometrico (UNI 7549/3) compreso nella seguente tabella

crivelli e setacci uni	% in volume passante
30 mm	100
15 mm	65 – 100
10 mm	45 – 90
5 mm	20 – 70
2 mm	8 – 40
1 mm	5 – 20
0,4 mm	3 – 10
0,075 mm	0 – 4

- la massa volumica del materiale in mucchio a secco (UNI 7549/4) $\leq 450 \text{ Kg/m}^3$
- la massa volumica media del granulo (UNI 7549/5) $\leq 0,85 \text{ g/cm}^3$
- il peso specifico assoluto del materiale (UNI 7549/3) $\leq 2500 \text{ Kg/m}^3$
- la resistenza dei granuli allo schiacciamento (UNI 7549/7) $\square 13 \text{ kg/cm}^2$
- il coefficiente d'imbibizione (UNI 7549/3) $\leq 75\%$ a 6 mesi
- la massa volumica massima a secco (utilizzo di tavola vibrante secondo ASTM D4253) $\leq 600 \text{ Kg/m}^3$
- il peso di volume umido $\leq 800 \text{ Kg/m}^3$
- l'angolo d'attrito $> 35^\circ$
- il modulo di deformazione $M_d \square 200 \text{ kg/cm}^2$ misurato su almeno 20 cm. di misto

Dopo aver individuato il fornitore e lo stabilimento di produzione del materiale di riempimento "argilla espansa", l'Appaltatore dovrà procedere a sue spese e presso laboratori autorizzati, all'esecuzione delle prove speciali di accettazione e classificazione appresso descritte e con apposito studio preliminare da sottoporre all'approvazione della D.L. che il materiale di fornitura soddisfa i requisiti prescritti:

- determinazione della massa volumica del materiale in mucchio a secco (UNI 7549/4) $\leq 450 \text{ Kg/m}^3$
- determinazione della massa volumica media del granulo (UNI 7549/5) $\leq 0,85 \text{ g/cm}^3$
- determinazione della massa volumica assoluta del materiale (UNI 7549/3) $\leq 2500 \text{ Kg/m}^3$
- analisi granulometrica
- determinazione del coefficiente d'imbibizione (UNI 7549/3) $\leq 75\%$ a 6 mesi.

Sarà facoltà della D.L. richiedere, in qualsiasi fase dell'intervento, la ripetizione di tali prove, motivando le ragioni di tale richiesta.

In corso d'opera verranno effettuati controlli della composizione granulometrica, del peso di volume in mucchio, della densità e del contenuto di acqua libera, al fine di verificare la rispondenza dei materiali ai requisiti prescritti.

Caratteristiche del misto granulare "stabilizzato" e Requisiti di Accettazione

Lo strato di interposizione in misto granulare sarà costituito da una miscela di materiali non gelivi, privi di materie organiche e stabilizzata meccanicamente.

Valgono le stesse prescrizioni sul misto granulare come da Norme Tecniche.

Contemporaneamente l'Appaltatore dovrà indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento. I requisiti di accettazione verranno inoltre accertati con controlli periodici in corso d'opera.

Potrà essere utilizzato materiale proveniente dallo scavo dei rilevati esistenti, opportunamente corretto, se ritenuto idoneo dalla D.L.

Modalità di esecuzione

- Preparazione del piano di posa

Dopo aver completato lo scavo di sbancamento dal piano di campagna, alle quote previste dal progetto, l'Appaltatore dovrà stendere sul fondo del piano di scavo un geotessuto, con funzione di separazione anticontaminante tra il terreno naturale e il materiale di riempimento. Il piano di posa dovrà risultare regolare, con il geotessuto ben steso ed aderente al piano di imposta, e con teli di geotessuto integri e regolarmente sovrapposti. Si procederà quindi alla formazione dei riporti.

- Modalità di posa in opera

L'argilla espansa verrà posta in più strati, con interposizione di uno strato di misto granulare il cui spessore dopo compattazione, dovrà risultare non inferiore a 20 cm.

Lo spessore degli strati di argilla espansa varia in relazione al tipo di sezione (50-70 cm). Orientativamente quello inferiore, a contatto con il fondo scavo del geotessuto, avrà spessore variabile, quello superiore, sul quale verrà posata la fondazione della pavimentazione, avrà spessore costante (50-60 cm ca.). Se per esigenze di cantiere si è impossibilitati a realizzare strati di argilla espansa con altezze inferiori a 80 cm, è possibile aumentare gli spessori degli strati, procedendo con l'addensare l'argilla espansa con una piastra vibrante ogni 50 cm di materiale e per uno spessore massimo di 2 metri. Tale lavorazione intermedia sarà completata da un addensamento, sul successivo strato di misto, mediante rullo statico e dinamico.

- Sequenza di lavoro:

- scavo di sbancamento;
- posa tessuto non tessuto;
- posa del primo strato di argilla espansa ;
- posa tessuto non tessuto;
- posa dello strato di misto granulare stabilizzato di interposizione ;
- compattazione ;
- controlli;
- posa del secondo strato di argilla espansa ;
- posa tessuto non tessuto;
- posa del secondo strato di misto granulare stabilizzato ;
- compattazione ;
- controlli ;

a ripetere secondo altezza rilevato.

Lo strato finale di misto granulare stabilizzato dovrà essere di spessore non inferiore a 30 cm.

La posa del primo strato di argilla espansa dovrà avvenire spingendo il materiale in avanzamento con un mezzo cingolato attrezzato per muoversi su terreni di caratteristiche analoghe a quelle dell'argilla espansa. I mezzi di trasporto dovranno scaricare l'argilla espansa in sito o in aree adiacenti appositamente predisposte, dalle quali l'argilla espansa verrà spinta in posto.

L'argilla espansa verrà posta in opera in spessori tali da rispettare, a compattazione avvenuta, i valori indicati nel progetto.

Lo strato intermedio di misto granulare verrà steso con modalità analoghe a quelle soprascritte per l'argilla espansa, scaricandolo cioè dai mezzi di trasporto in sito o in aree adiacenti e spingendolo poi con mezzi idonei per formare lo strato dello spessore prescritto.

L'addensamento dovrà avvenire agendo sugli strati di misto granulare, utilizzando rulli a tamburo liscio o tandem, vibranti e non, le cui caratteristiche di peso e potenza verranno definite dall'Appaltatore sulla base della propria esperienza e dello spessore degli strati da addensare.

Controllo della qualità dei materiali e della lavorazione

Oltre alle prove preliminari qualitativamente e quantitativamente indicate in precedenza, l'accettabilità dell'argilla espansa e del misto granulare di interposizione e copertura dovranno essere periodicamente verificate.

L'addensamento dell'argilla espansa sarà controllato principalmente attraverso prove di carico su piastra.

Si dovrà ottenere un modulo Md tra 150 e 250 Kpa non inferiore a 200 Kg./ cm² misurato su strato di misto di spessore \geq 20cm.

Modalità di misurazione e valutazione

La fornitura e posa in opera del geotessile NT sarà valutata a metro quadrato di materiale messo in opera.

Nel prezzo, oltre la fornitura e il trasporto, sono compresi e compensati tutti gli oneri relativi alla preventiva colmata di eventuali buche nel fondo dello scavo, da eseguirsi a richiesta della Direzione Lavori con argilla espansa ; la posa in opera secondo le sagome di progetto; nonché tutti i mezzi e la mano d'opera occorrente per dare il lavoro eseguito a regola d'arte.

La fornitura e posa in opera di argilla espansa per rilevati o riempimenti di scavi di bonifica, sarà valutata a metro cubo di materiale misurato in opera dopo il costipamento.

Lo strato di interposizione e/o fondazione stradale in misto naturale stabilizzato meccanicamente sarà valutato a metro cubo misurato in opera dopo il compattamento.

Il prezzo comprende la fornitura dei materiali, l'aggiunta di acqua con appositi dispositivi spruzzatori per raggiungere l'umidità ottimale del misto naturale, le prove di laboratorio di accettazione e di controllo in corso d'opera, lavorazione, regolarizzazione superficiale e compattamento dello strato con idonee attrezzature fino a raggiungere i prescritti valori di modulo di deformazione e di densità in sito ; compreso ogni lavorazione ed onere per dare il lavoro compiuto secondo le prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

22.6.5 Sottofondi

Il sottofondo è il volume di terra nel quale risultano ancora sensibili le sollecitazioni indotte dal traffico stradale e trasmesse dalla pavimentazione; rappresenta la zona di transizione tra il rilevato e la pavimentazione.

Per assicurare i requisiti richiesti ai sottofondi delle pavimentazioni stradali, particolarmente per quanto riguarda la portanza (nello spazio e nel tempo) e la regolarità della superficie finita, è necessario prevedere la sistemazione dei sottofondi, generalmente, mediante la realizzazione di uno

strato di caratteristiche idonee a coniugare le imperfezioni e l'eterogeneità dei movimenti di terra con l'omogeneità richiesta, invece, per la posa in opera della pavimentazione.

Questo strato (strato più superficiale del rilevato su cui poggia la pavimentazione), detto "strato di sottofondo" deve consentire, inoltre, per mezzo delle sue proprietà fisiche e meccaniche e tenuto conto dello spessore:

- il conferimento al supporto della pavimentazione, in ogni suo punto, una portanza sufficiente a garantire i livelli di stabilità e di funzionalità ammessi in progetto per la soprastruttura (omogeneizzazione della portanza);
- la protezione, in fase di costruzione, degli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua di pioggia e, durante l'esercizio, dello strato di fondazione soprastante dalle risalite di fino inquinante; quest'ultima funzione può essere assegnata ad uno strato ad hoc (in sabbia) o ad un geotessile non tessuto.

In termini generali, lo spessore totale dello strato di sottofondo (da realizzare, a seconda dei casi, con la stesa ed il costipamento di uno o più strati) dipende dalla natura del materiale utilizzato, dalla portanza del supporto e da quella assunta in progetto per il piano di posa della soprastruttura.

Per la scelta del materiale e per i provvedimenti costruttivi occorre tenere conto, inoltre, dei rischi d'imbibizione dello strato (derivanti dalla presenza di una falda superficiale), delle condizioni climatiche previste in fase costruttiva (precipitazioni) ed in fase di esercizio (gelo), nonché del prevedibile traffico dei mezzi di cantiere e delle necessità connesse alla costruzione della pavimentazione.

Per la formulazione del programma dettagliato delle lavorazioni dei movimenti di terra occorre considerare che non tutti i materiali adottati per la costruzione dei rilevati possono essere impiegati per realizzare strati di sottofondo:

- in ogni caso, la regolarità richiesta per il piano di posa della pavimentazione porta ad escludere materiali con elementi maggiori di $D=100$ mm;
- nel caso in cui si impieghino materiali non legati, per ottenere le proprietà meccaniche e l'impermeabilità richieste per gli strati, occorre utilizzare terre granulari, con assortimento granulometrico ben graduato (curve compatte), costituite preferibilmente da elementi a spigoli vivi, dotate di poco fino (passante allo 0,075 mm minore del 12%) e non plastiche ($IP < 6$).

I tout-venant di cava ed i misti di fiume (naturali o corretti granulometricamente), con granulometria 0/100 mm ben assortita, appartenenti al gruppo A_{1-a} della classificazione CNR-UNI 10006, si prestano bene a costituire ottimi strati di sottofondo.

Fatte salve soluzioni differenti da giustificarsi sotto il profilo tecnico ed economico, possono essere impiegate, altresì, anche senza trattamento con legante, terre con indice di gruppo $IG = 0$, purché prive di elementi maggiori di $D > 100$ mm e rispondenti ai requisiti di portanza appresso indicati.

Inoltre, nel rispetto delle dimensioni massime sopra specificate, possono essere impiegate:

- terre dei gruppi A_{1-b} , A_{2-4} ed A_{2-5} , con passante allo 0.075 mm maggiore del 12%, previa stabilizzazione a cemento od a calce-cemento;
- terre dei gruppi A_{2-6} ed A_{2-7} con una percentuale di fino maggiore al 5% previa stabilizzazione mista (a calce e cemento) od a sola calce.
- limi dei gruppi A_4 ed A_5 previa stabilizzazione a calce e cemento, nonché le argille dei gruppi A_6 ed A_7 , dotate di plasticità non eccessivamente elevata ($IP < 25\%$), previa stabilizzazione con sola calce;

Nel caso in cui le prove di portanza CBR di laboratorio risultino significative (materiale con dimensioni inferiori a 20 mm), l'idoneità all'impiego della terra può essere accettata se essa presenta valori di indice di portanza CBR (energia AASHO Modificata) non inferiori a quanto appresso specificato:

- a) nel caso di sottofondi costituiti da terreni granulari, clima asciutto, assenza di rischi d'imbibizione per infiltrazione laterale o dall'alto o per risalita capillare:
 $CBR = 20$ ($w = w_{opt} \pm 2\%$; senza immersione);

- b) per sottofondi costituiti da terreni granulari, nel caso in cui una delle condizioni sopracitate venga a mancare:
CBR = 20 ($w = w_{opt} \pm 2 \%$; 4 giorni di immersione);
- c) nel caso di sottofondi costituiti da terreni limo-argillosi o in presenza di drenaggi insufficienti:
CBR = 20 ($w = w_{opt} \pm 2 \%$; saturazione completa).

Infine, possono essere utilizzate per la formazione degli strati di sottofondo terre stabilizzate a cemento, a calce o a calce e cemento, e materiali provenienti da demolizione, nonché rocce tenere in disfacimento e/o autocementanti.

In questi ultimi casi, l'attitudine all'impiego deve essere valutata o mediante prove CBR di laboratorio, verificando il rispetto dei valori di portanza sopra indicati, ovvero attraverso misure di modulo di deformazione M_d sugli strati posti in opera, nel rispetto dei requisiti indicati in Tabella 1.11 (cfr. § 1.5).

Per un rapido allontanamento delle acque meteoriche i piani di sottofondo debbono essere sistemati con falde pendenti verso l'esterno (in rilevato) o verso le opere di raccolta delle acque, con pendenza trasversale non inferiore al 4%.

22.6.6 Pianificazione dei lavori

Con riferimento alla verifica del progetto, ai sensi dell' art.131 del DPR 554/99, ed alle lavorazioni per la formazione del corpo stradale in trincea ed in rilevato, l'Impresa deve presentare, per l'approvazione da parte della Direzione Lavori, un piano particolareggiato delle lavorazioni di movimento di materie.

Le materie provenienti dagli scavi e non utilizzate per la costruzione dei rilevati, per i riempimenti ed i ricoprimenti debbono essere portate a rifiuto nelle discariche individuate in progetto ovvero nel rispetto delle leggi e dei regolamenti locali, in aree che l'Appaltatore può, in aggiunta o in variante di queste, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori e degli Enti preposti alla tutela del territorio.

Si deve in ogni caso evitare che le materie depositate possano arrecare danni (sia nel breve che nel lungo termine) alle opere realizzate ed alle proprietà limitrofe, come pure essere causa d'instabilità dei terreni adiacenti ed ostacolo al libero deflusso delle acque.

Le materie provenienti dagli scavi che devono essere temporaneamente accantonate per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, e per il terreno vegetale di ricoprimento delle scarpate, delle parti interne delle rotatorie e delle aiuole, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

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

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

- di utilizzare modalità operative e mezzi idonei ad evitare ogni costipamento ed assestamento della terra;
- di mantenere i depositi provvisori esenti da vegetazione indesiderata, procedendo alla falciatura delle erbe infestanti, prima della fioritura, ovvero al diserbamento, anche mediante l'impiego di diserbanti, se accettati dalla Direzione dei lavori in relazione al loro rischio ambientale.

In sostanziale aderenza alle previsioni di progetto, per il conseguimento delle prestazioni previste per i manufatti in terra e per le loro parti, l'Impresa deve redigere un piano particolareggiato delle lavorazioni, che contenga:

- la specificazione della provenienza dei diversi materiali di cui si compone il corpo stradale nelle sue varie parti, corredata di un bilancio quantitativo che tenga conto delle presumibili variazioni volumetriche connesse alle operazioni di scavo e di costipamento;
- le risorse impegnate nelle lavorazioni programmate, (mezzi, mano d'opera, personale e attrezzature del laboratorio di cantiere, ecc.), la durata e la collocazione temporale dell'impegno;
- le modalità di posa in opera di ciascun materiale in ordine a:
 - spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
 - attitudine dei mezzi d'opera e dei compattatori ad assicurare le prescritte prestazioni;
 - numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti.
- le prevalenti condizioni di umidità naturale delle terre impiegate, all'atto della posa in opera; in relazione ad esse sono dettagliati nel piano gli eventuali procedimenti di umidificazione, deumidificazione, correzione e/o stabilizzazione;
- le modalità esecutive delle operazioni propedeutiche e collaterali alla posa in opera: umidificazione, deumidificazione, sminuzzamento, mescolamento, correzione, stabilizzazione, spargimento;
- la programmazione e la progettazione delle opere di supporto all'esecuzione delle lavorazioni: piste provvisorie, raccordi alla viabilità, piazzali di deposito provvisorio;

Ogni proposta di variazione al Piano Particolareggiato dei lavori che si renda utile o necessario in corso d'opera dovrà essere motivato e presentato al Direttore dei Lavori e da questi tempestivamente esaminato.

22.6.7 Stesa dei materiali per la formazione del rilevato

La stesa del materiale dovrà essere eseguita con sistematicità per strati di spessore costante e con modalità e attrezzature atte a evitare segregazione, brusche variazioni granulometriche e del contenuto d'acqua.

Durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche conferendo sagomature aventi pendenza trasversale non inferiore al 2%. In presenza di strati di rilevati rinforzati, o di muri di sostegno in genere, la pendenza trasversale sarà contrapposta ai manufatti.

Ciascuno strato potrà essere messo in opera, pena la rimozione, soltanto dopo avere certificato mediante prove di controllo l'idoneità dello strato precedente.

Lo spessore dello strato sciolto di ogni singolo strato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle modalità di compattazione e della finalità del rilevato.

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A_{1-a}, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃;
- 30 cm per rilevati in terra rinforzata.

Per i rilevati eseguiti con la tecnica della terra rinforzata e in genere per quelli delimitati da opere di sostegno rigide o flessibili (quali gabbioni) sarà tassativo che la stesa avvenga sempre parallelamente al paramento esterno.

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 15/20\%$) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

Se tale contenuto dovesse risultare superiore, il materiale dovrà essere essiccato per aerazione; se inferiore, l'aumento sarà conseguito per umidificazione e con modalità tali da garantire una distribuzione uniforme entro l'intero spessore dello strato.

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, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

Il tipo, le caratteristiche e il numero dei mezzi di compattazione nonché le modalità esecutive di dettaglio (numero di passate, velocità operativa, frequenza) dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La compattazione dovrà essere condotta con metodologia atta ad ottenere un addensamento uniforme; a tale scopo i rulli dovranno operare con sistematicità lungo direzioni parallele garantendo una sovrapposizione fra ciascuna passata e quella adiacente pari almeno al 10% della larghezza del rullo.

Per garantire una compattazione uniforme lungo i bordi del rilevato, le scarpate dovranno essere riprofilate, una volta realizzata l'opera, rimuovendo i materiali eccedenti la sagoma.

In presenza di paramenti flessibili e murature laterali, la compattazione a tergo delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse.

Le terre trasportate mediante autocarri o mezzi simili non dovranno essere scaricate direttamente a ridosso delle murature, ma dovranno essere depositate in loro vicinanza e successivamente predisposte in opera con mezzi adatti, per la formazione degli strati da compattare.

Si dovrà inoltre evitare di realizzare rilevati e/o rinterri in corrispondenza di realizzazioni in muratura che non abbiano raggiunto le sufficienti caratteristiche di resistenza.

Nel caso di inadempienza delle prescrizioni precedenti sarà fatto obbligo all'appaltatore, ed a suo carico, di effettuare tutte le riparazioni e ricostruzioni necessarie per garantire la sicurezza e la funzionalità dell'opera.

Inoltre si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino entro una distanza inferiore a 1,5 m dai paramenti della terra rinforzata o flessibili in genere.

A tergo dei manufatti si useranno mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e addensamento richiesti anche operando su strati di spessore ridotto.

Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi, ecc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si dovrà inoltre garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di 30 cm di spessore, da stendere a cordoli orizzontali opportunamente costipati seguendo dappresso la costruzione del rilevato e ricavando gradoni di ancoraggio, salvo il caso che il rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso, nel quale detti gradoni non saranno necessari, e che sia tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

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

Nel caso di sospensione della costruzione del rilevato, alla ripresa delle lavorazioni, la parte di rilevato già eseguita dovrà essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione in genere che vi si fosse insediata, dovrà inoltre essere aerata, praticandovi dei solchi per il collegamento dei nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), il corpo sarà costituito da materiali del tipo A₄, A₅, A₆ che una volta compattati determinino caratteristiche di impermeabilità. Restano ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

La costruzione di rilevati in presenza di gelo o di pioggia persistenti non sarà consentita in linea generale, fatto salvo particolari deroghe da parte della Direzione Lavori, limitatamente a quei materiali meno suscettibili all'azione del gelo e delle acque meteoriche (es. pietrame).

Nella esecuzione di porzioni di rilevati non stradali con terre ad elevato contenuto della frazione coesiva si procederà, per il costipamento, mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati, che consentono di chiudere la superficie dello strato in lavorazione in caso di pioggia.

Alla ripresa del lavoro la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata provvedendo eventualmente a rimuovere lo strato superficiale rammollito.

22.7 CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER IL CORPO STRADALE

In corso d'opera, sia per le necessità connesse alla costruzione degli strati in terra, particolarmente per quanto riguarda il costipamento, sia per evidenziare che non abbiano a verificarsi derive nella qualità dei materiali, devono essere effettuate prove di controllo su campioni prelevati in contraddittorio con la Direzione dei lavori.

Il numero dei campioni dipende dall'eterogeneità dei terreni interessati; per ogni approvvigionamento omogeneo la numerosità delle prove di attitudine deve rispettare i criteri quantitativi riportati nella Tabella 22.7a

Tabella 22.7a - Frequenza dei controlli delle forniture dei materiali (una prova ogni...m³)

Destinazione Tipo di prova	Rilevato		Sottofondo		Terra rinforzata	
	Primi 1000 m ³	Ulteriori m ³	Primi 500 m ³	Ulteriori m ³	Primi 500 m ³	Ulteriori m ³
Classificazione (CNR-UNI 10006/02)	250	500	100	200	100	200
Umidità naturale	**	**	**	**	**	**
Costipamento AASHO (CNR 69/78)	500	1.000	250	500	250	500

** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato

Il livello prestazionale degli strati posti in opera può essere accertato, in relazione alla granulometria del materiale impiegato, attraverso il controllo dell'addensamento raggiunto, rispetto al riferimento desunto dalle prove AASHO di laboratorio, e/o attraverso il controllo della capacità portante.

Le prove di controllo della portanza devono essere effettuate mediante misure del modulo di deformazione Md, al primo ciclo di carico, secondo quanto previsto dalla norma CNR 146/92.

Il controllo mediante misure di densità in sito può essere applicato soltanto se, come previsto dalla norma CNR 69/1978, la frazione di materiale trattenuta al crivello 25 UNI 2334 non supera il 35% della massa totale.

In questo caso le prove di controllo in cantiere riguardano:

- misure di umidità dei materiali compattati, secondo la norma CNR-UNI 10008/63;
- misure di massa volumica (densità) apparente.

Quando per le caratteristiche dimensionali del materiale non sia possibile procedere al controllo prestazionale con misure di densità, per valutare il grado di costipamento si possono realizzare prove di modulo a doppio ciclo di carico (CNR 146/92).

La determinazione del modulo al secondo ciclo di carico permette, in ogni modo, di ottenere più ampi elementi di giudizio sulla qualità meccanica degli strati posti in opera, ivi compresi quelli sottostanti lo strato provato; inoltre, essa risulta necessaria quando le prove di portanza non sono eseguite immediatamente dopo l'ultimazione del costipamento e, pertanto, è ragionevole temere che le misure al primo ciclo possano risultare influenzate dal disturbo prodotto dagli agenti atmosferici sulla parte più superficiale dello strato.

Nella Tabella 22.7b sono riassunti i livelli minimi delle prestazioni richieste ai differenti strati posti in opera, in relazione alla loro posizione per strade extraurbane secondarie.

Per gli strati di sottofondo, tenuto conto delle situazioni localmente presenti, possono assumersi soglie minime diverse da quelle riportate nella tabella, purché considerate nel progetto della pavimentazione e giustificate sotto il profilo tecnico-economico.

Dato che la portanza di una terra dipende dal suo contenuto d'acqua in misura più o meno grande in relazione alla natura della terra stessa, i livelli prestazionali indicati nella Tabella 22.7b si riferiscono a contenuti d'acqua compresi tutti nell'intervallo:

$$w_{opt} - 2,0\% < w < w_{opt} + 2,0\% \quad (w_{opt}, \text{ da prove AASHO di laboratorio})$$

Se il contenuto d'acqua del materiale al momento delle prove dovesse risultare esterno all'intervallo sopra specificato, la capacità portante può essere stimata a partire dalle misure effettuate e tenendo opportunamente conto dell'influenza dell'umidità. Ciò richiede che per il dato materiale siano determinate preliminarmente nel rilevato di prova le correlazioni tra la capacità portante e l'umidità del materiale.

Quando le suddette correlazioni non siano state determinate, nel caso delle prove di carico con piastra (o di deflessione) occorre ricondurre il contenuto d'acqua del materiale (per uno spessore di almeno 15 cm) all'interno dell'intervallo sopraindicato.

Tabella 22.7b - Criteri di qualità e requisiti per gli strati di rilevato e di sottofondo

STRATO	Grado d'addensamento % $\gamma_{s,max}$ di laboratorio	Modulo di deformazione Md [N/mm ²]	Δh ⁽³⁾ [mm]
Sottofondo ⁽¹⁾	≥ 95 % AASHO Mod	≥ 50	< 3,0
Rilevato ⁽²⁾	≥ 92 % AASHO Mod	≥ 30	< 5,0

(1) Strato superiore del rilevato fino ad 0,70 m di posa della pavimentazione;

(2) Strati posti a più di 0,70 m dal piano di posa della pavimentazione;

(3) Cedimento permanente (Δh) misurato dopo passaggio di un autocarro con asse posteriore di 10 t, secondo la norma SNV 670365.

La Prova di carico con piastra circolare sul sottofondo dovrà essere effettuata nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera.

La Prova di carico con piastra circolare sul rilevato dovrà essere effettuata nell'intervallo 0.05 – 0.15 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera.

Per i materiali a granulometria grossolana, per i quali non è possibile determinare riferimenti rappresentativi da prove di costipamento AASHO di laboratorio, come pure nel caso in cui non sia possibile procedere a misure di modulo di deformazione Md (presenza di blocchi e/o elementi di grossa dimensione), il controllo degli strati finiti può essere effettuato in modo rapido, mediante misure del cedimento permanente (Δh) prodotto dal passaggio di un autocarro con asse posteriore di 10 t, in accordo alla norma SNV 670 365.

I valori ammissibili del cedimento permanente sono riportati nella Tabella 22.7b.

Inoltre, trattandosi di misure ad elevato rendimento, le prove con autocarro con asse di 10 t sono convenientemente predisposte per ottenere una rappresentazione della variazione della portanza dei sottofondi sull'intera estensione della strada, sia in senso longitudinale, sia in senso trasversale, se ciò è ritenuto necessario, come nel caso degli ampliamenti e delle sezioni di mezza costa.

Le misure di cedimento permanente sono di base per la scelta dei punti in cui effettuare misure del modulo di deformazione M_d e, quindi, sulla scorta dei risultati del modulo, per il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza dei sottofondi.

Le prove di controllo sono effettuate nei posti indicati dalla Direzione Lavori e formano oggetto di apposito verbale.

Salvo documentate prescrizioni del Direttore dei Lavori, la frequenza delle prove deve rientrare negli intervalli indicati in Tab. 22.7c .

Tabella 22.7c - Frequenza dei controlli sugli strati finiti (una prova ogni.....)

Tipo di prova	RILEVATO		SOTTOFONDO		
	Primi 1.000 m ³	Ulteriori m ³	Primi 1.000 m ²	Ulteriori m ²	Superficie m ²
Densità	100 - 200	500-1.000	100 - 200	1000	-
Modulo M_d ⁽²⁾	100-300 ⁽¹⁾	1.000 ⁽¹⁾	-	-	500 -1000

- (1) Solo nel caso in cui non è possibile procedere al controllo mediante misure di densità
 (2) Distanziamento tra le sezioni in cui ricadono i punti di misura nel profilo longitudinale

Per ciascun tipo di prova di controllo, nel caso in cui il numero delle misure risulti inferiore a 5, come può avvenire per lavori di entità molto modesta, tutti i valori misurati debbono rispettare le soglie minime riportate nella Tabella 22.7b.

Negli altri casi si può accettare che su 5 risultati d'una stessa prova di controllo una possa non rispettare i valori minimi richiesti, purché lo scostamento di tali valori non ecceda:

- il 5%, per le misure di densità secca γ_s ;
- il 10%, per le misure di portanza (modulo M_d o altra grandezza).

E' fatto obbligo all'Impresa di verificare le soluzioni previste in progetto per la pavimentazione stradale, tenuto conto della distribuzione della portanza dei sottofondi determinata nel corso dei controlli di ricezione.

Allo scopo, occorre sezionare la strada in tronchi omogenei (o classi) di portanza dei sottofondi. Per fare ciò, è necessario avere una chiara rappresentazione della variazione spaziale della portanza che, a seconda dei casi, può essere fornita:

- dalle misure puntuali di portanza (per tronchi stradali di modesta importanza) effettuate nel corso delle prove di controllo dei sottofondi, se in numero sufficiente;
- dalle misure di cui sopra, eventualmente integrate dalle misure di cedimento permanente realizzate con autocarro con asse di 10 t;
- dall'auscultazione in continuo della portanza dei sottofondi, sull'intera estesa della strada, ottenuta con mezzi ad elevato rendimento.

Le classi di portanza omogenee sono individuate sulla base della dispersione delle misure, tramite il coefficiente di variazione ($C_v = \sigma/m$).

Per i sottofondi appartenenti ad una stessa classe il coefficiente di variazione calcolato sulla base di almeno 10 misure di portanza, deve risultare inferiore a 0,50.

L'Impresa è tenuta a rispettare le seguenti tolleranze d'esecuzione sui piani finiti:

- 2% per la pendenza delle scarpate di trincea e di rilevato;
- 3 cm, per i piani di sottofondo;
- 5 cm, per i piani di appoggio degli strati di sottofondo;
- 10 cm, per i piani delle scarpate, sia nel caso vengano rivestite con terra vegetale, sia in caso contrario.

La misura delle tolleranze va eseguita mediante regolo di 4 m di lunghezza, disposto secondo due direzioni ortogonali; gli scostamenti vanno letti in direzione normale ai piani considerati.

I controlli di esecuzione sono effettuati di norma:

- ogni 500 m², per le scarpate ed i piani di appoggio degli strati di sottofondo
- ogni 200 m², per i piani di posa della pavimentazione.

FORMAZIONE DI STRATI IN MISTO GRANULARE

22.8 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

22.8.1 Inerti

Dovrà essere utilizzata una miscela di aggregati lapidei di primo impiego eventualmente corretta mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche per migliorarne le proprietà fisico meccaniche.

Non saranno accettati per la formazione della fondazione stradale materiali provenienti da costruzione e demolizione (materiali riciclati).

Saranno impiegati elementi lapidei definiti in due categorie:

- aggregato grosso
- aggregato fino

L'aggregato grosso può essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, da elementi naturali a spigoli vivi o arrotondati. Tali elementi possono essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nelle Tabelle 23.1.1a

Tabella 23.1.1a - AGGREGATO GROSSO

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO			
Indicatori di qualità			Strato di fondazione stradale
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Los Angeles	CNR 34/73	%	≤ 30
Micro Deval Umida	CNR 109/85	%	-
Quantità di frantumato	-	%	>30
Dimensione max	CNR 23/71	mm	63
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle Tabelle 23.1.1b

Tabella 23.1.1b - AGGREGATO FINO

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO			
Passante al crivello UNI n. 5			Strato di fondazione stradale
Parametro	Normativa	Unità di misura	
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	≥40
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.
Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤25
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤6

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 23.1.1.c

Tabella 23.1.1.c

Serie crivelli e setacci UNI		Passante (%)
Crivello	70	100
Crivello	30	70 - 100
Serie crivelli e setacci UNI		Passante (%)
Crivello	15	-
Crivello	10	30 - 70
Crivello	5	23 - 55
Setaccio	2	15 - 40
Setaccio	0.4	8 - 25
Setaccio	0.075	2 - 15

La dimensione massima dell'aggregato non deve in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante al setaccio UNI 0.075 mm ed il passante al setaccio UNI 0.4 mm deve essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (CNR-UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm) non deve essere minore del valore assunto per il calcolo della pavimentazione ed in ogni caso non minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottimale di costipamento.

Il modulo resiliente (M_R) della miscela impiegata deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione e viene determinato applicando la norma AASHTO T294 o altra metodologia indicata dal progettista.

Il modulo di deformazione (M_d) dello strato deve essere quello inserito nel progetto della pavimentazione superiore a 80 MPa e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 146/92).

Il modulo di reazione (k) dello strato deve essere quello inserito nel calcolo della pavimentazione e viene determinato impiegando la metodologia indicata nella norma (CNR 92/83)

I diversi componenti e, in particolare le sabbie, debbono essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con un anticipo di almeno 20 giorni rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione dei misti granulari che intende adottare. Per ogni provenienza del materiale, ciascuna miscela proposta deve essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che deve comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti., attestanti il possesso dei requisiti elencati al paragrafo 2.1. Lo studio di laboratorio deve comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASHTO modificata (CNR 69/78).

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

22.8.2 Confezionamento del misto granulare

L'Impresa deve indicare, per iscritto, le fonti di approvvigionamento, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

22.8.3 Posa in opera del misto granulare

Il piano di posa dello strato deve avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. Il materiale va steso in strati di spessore finito non superiore a 25 cm e non inferiore a 10 cm e deve presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non presentare segregazione dei suoi componenti. L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, è da effettuarsi mediante dispositivi spruzzatori. La stesa va effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

Tutte le operazioni anzidette sono sospese quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Quando lo strato finito risulti compromesso a causa di un eccesso di umidità o per effetto di danni dovuti al gelo, esso deve essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

Il materiale pronto per il costipamento deve presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, l'idoneità dei mezzi d'opera e le modalità di costipamento devono essere, determinate, in contraddittorio con la Direzione Lavori, prima dell'esecuzione dei lavori, mediante una prova sperimentale di campo, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

Il costipamento di ciascuno strato deve essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 98% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata.

22.9 CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRATI IN MISTO GRANULARE

Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sul materiale prelevato in sito al momento della stesa oltre che con prove sullo strato finito. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 23.2.

Le caratteristiche di accettazione dei materiali elencate al paragrafo 2.1 vanno verificate prima dell'inizio dei lavori, ogni qualvolta cambino i luoghi di provenienza dei materiali e successivamente ogni 2 mesi.

La granulometria del misto granulare va verificata giornalmente, prelevando il materiale in sito già miscelato, subito dopo avere effettuato il costipamento. Rispetto alla qualificazione delle forniture, nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali dell'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso assegnato (Tabella 23.1.1c).

L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

A compattazione ultimata la densità del secco in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_{smax}) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo la norma CNR 22/72. Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato, per densità in sito comprese tra 93 e 95 % del valore di riferimento.

Il confronto tra le misure di densità in sito ed i valori ottenuti in laboratorio può essere effettuato direttamente quando la granulometria della miscela in opera è priva di elementi trattenuti al crivello UNI 25 mm. In caso contrario, se il trattenuto al crivello UNI 25 mm è inferiore al 20%, si può effettuare il controllo previa correzione del peso di volume del secco in sito, per tenere conto della presenza di elementi lapidei di dimensioni maggiori di 20 mm:

$$\gamma_{d,sito} = \frac{P_d - P'_d}{V - V'}$$

P_d : Peso secco totale del materiale prelevato

V : Volume totale occupato in sito

P'_d : Peso secco della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

$V' = P'_d / \gamma_s$: Volume della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

γ_s : Peso specifico della frazione trattenuta al crivello UNI 25 mm

La misura della portanza deve accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al punto 2.2. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove puntuali (Prove di carico con piastra o misure di deflessione) sia prove ad elevato rendimento.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto granulare su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto. Per valori medi di portanza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto granulare viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze comprese tra il 10 ed il 20%, al misto granulare viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

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

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

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

Tabella 23.2

Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Rif. Tabella 23.1.1a
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Rif. Tabella 23.1.1b
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ³ di stesa	Rif. Tabella 23.1.1c
Sagoma	Strato finito	Ogni 20m o ogni 5m	Sagoma previsto in progetto
Strato finito (densità in sito)	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ² di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 1.000 m ² m di fascia stesa	Md ≥ 80 MPa

La Prova di carico con piastra circolare dovrà essere effettuata nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera.

Art. 23 - FORMAZIONE DI STRATI IN MISTO CEMENTATO

Il misto cementato per fondazione o per base sarà costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, impastata con legante idraulico cemento ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume, da stendersi in unico strato dello spessore indicato in progetto.

Non saranno accettati per la formazione della fondazione stradale materiali provenienti da costruzione e demolizione (materiali riciclati).

La miscela deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguibili su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua o gelo.

23.1 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

23.1.1 Inerti

Saranno impiegati elementi lapidei definiti in due categorie:

- aggregato grosso
- aggregato fino

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella **Tabella 24.1.1a**.

Tabella 24.1.1a - AGGREGATO GROSSO

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

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella **Tabella 24.1.1b**.

Tabella 24.1.1b - AGGREGATO FINO

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

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

23.1.2 Legante

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

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

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

23.1.3 Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva.

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

23.1.4 Formazione e confezione delle miscele

Le miscele dovranno essere confezionate in impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

Gli impianti dovranno comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele del tutto rispondenti a quelle di progetto.

La dosatura degli aggregati dovrà essere effettuata sulla base di almeno 4 classi con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

La zona destinata all'ammannimento degli aggregati sarà preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati.

Inoltre i cumuli delle diverse classi dovranno essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

La miscela di aggregati (misto granulare) da adottarsi per la realizzazione del misto cementato deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato in Tabella 24.1.4a

Tabella 24.1.4a

Serie crivelli e setacci UNI	Passante (%) – Strade extraurbane secondarie
Crivello 40	100
Crivello 30	-
Crivello 25	65 - 100
Crivello 15	45 - 78
Crivello 10	35 - 68
Crivello 5	23 - 53
Setaccio 2	14 - 40
Setaccio 0.4	6 - 23
Setaccio 0.18	2 - 15
Setaccio 0.075	-

In particolare la miscela adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 24.1.4b.

Tabella 24.1.4b

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

A titolo indicativo la percentuale di cemento sarà compresa tra il 2,5% ed il 3,5% sul peso degli aggregati asciutti.

La percentuale di cemento, come la percentuale di acqua, dovranno essere stabilite in relazione alle prove di resistenza eseguite sui provini cilindrici confezionati entro stampi CBR (CNR-UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm³); per il confezionamento dei provini gli stampi verranno muniti di collare di prolunga allo scopo di consentire il regolare costipamento dell'ultimo strato con la consueta eccedenza di circa 1 cm rispetto all'altezza dello stampo vero e proprio.

Tale eccedenza dovrà essere eliminata, previa rimozione del collare suddetto e rasatura dello stampo, affinché l'altezza del provino risulti definitivamente di 17,78 cm.

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

Comunque prima di immettere la miscela negli stampi si opererà una vagliatura sul crivello UNI 25 mm allontanando gli elementi trattenuti (di dimensione superiore a quella citata) con la sola pasta di cemento ad essi aderente.

La miscela verrà costipata su 5 strati, con il pestello e l'altezza di caduta di cui alla norma AASHTO modificato, con 85 colpi per strato, in modo da ottenere una energia di costipamento pari a quella della prova citata (diametro pestello 51+0,5 mm, peso pestello 4,535+0,005 Kg, altezza di caduta 45,7 cm).

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

Operando ripetutamente nel modo suddetto, con l'impiego di percentuali in peso d'acqua diverse (sempre riferite alla miscela intera, compreso quanto eliminato per vagliatura sul crivello 25) potranno essere determinati i valori necessari al tracciamento dei diagrammi di studio.

Per particolari casi è facoltà della Direzione Lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 MPa (questi valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa di $\pm 15\%$, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo).

Da questi dati di laboratorio dovranno essere scelti la curva, la densità e le resistenze da confrontare con quelle di progetto e da usare come riferimento nelle prove di controllo.

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con un congruo anticipo di almeno 20 giorni rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, che non dovrà essere più vecchio di un anno.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio delle miscele, l'Impresa deve rigorosamente attenersi ad esso.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di l'aggregato grosso di ± 5 punti e di ± 2 punti per l'aggregato fino. In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso. Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di $\pm 0.5\%$.

23.1.5 Posa in opera delle miscele

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti.

Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa dev'essere corretta prima della stesa. Prima della stesa è inoltre necessario verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

Le operazioni di compattazione dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:

- rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

con sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste.

Potranno essere impiegati in alternativa, previo benestare della Direzione Lavori, rulli misti vibranti-gommati rispondenti alle caratteristiche di cui sopra.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento dovranno essere verificate preliminarmente dalla Direzione Lavori su una stesa sperimentale delle miscele messe a punto.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0° C e superiori a 25° C e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 25° C e i 30° C.

In questo caso però sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di confezionamento al luogo di impiego (ad esempio con teloni), sarà inoltre necessario provvedere ad un abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di costipamento e di stesa del velo di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 15 e 18 ° C ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo da ottenere una parete verticale. Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati.

Strati eventualmente compromessi dalle condizioni meteorologiche o da altre cause dovranno essere rimossi e sostituiti a totale cura e spese dell'Impresa.

23.1.6 Protezione superficiale

Appena completati il, costipamento e la rifinitura superficiale dello strato, dovrà essere eseguita la spruzzatura di un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55%, in ragione di 1,0-2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà essere sottoposta la fondazione, con successivo spargimento di sabbia.

23.2 CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRATI IN MISTO CEMENTATO

Il controllo della qualità dei misti cementati e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato fresco al momento della stesa, sulle carote estratte dalla pavimentazione e con prove in situ.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 24.2

Tabella 24.2

EXTRAURBANE SECONDARIE E URBANE DI SCORRIMENTO			
Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa	Rif. Tabella 24.1.1a
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa	Rif. Tabella 24.1.1b
Acqua	Impianto	Iniziale	Paragrafo 24.1
Cemento	Impianto	Iniziale	Paragrafo 24.1
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m ² di stesa	Paragrafo 24.1.4 - contenuto cemento stabilito in relazione a prove di resistenza
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa	≥ 20 cm
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m ² di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Strato finito (portanza)	Strato finito o Pavimentazione	Ogni 100 m di fascia stesa	Md ≥ 150 MPa

La Prova di carico con piastra circolare dovrà essere effettuata nell'intervallo 0.15 – 0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera.

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti., i controlli della percentuale di cemento, della distribuzione granulometrica dell'aggregato; i valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 63955.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%. Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante. Per carenze superiori al 20% dello spessore di progetto si impone la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli delle densità in sito e della portanza.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (ottimo) misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori. Le misure della densità sono effettuate secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 22. Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata una detrazione per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce:

- del 10 % dell'importo dello strato per densità in sito comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato per densità in sito comprese tra 92 e 95 % del valore di riferimento.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto e siano conformi a quanto dichiarato prima dell'inizio dei lavori nella documentazione presentata dall'Impresa, ai sensi di quanto previsto al punto 3.2. La metodologia di indagine impiegata dovrà essere tale da fornire, parametri di controllo identici, o comunque direttamente confrontabili, con quelli utilizzati nel calcolo della pavimentazione. A tale scopo, sono ammesse sia prove effettuate direttamente sullo strato (prove di carico su piastra), che prove effettuate sullo strato ricoperto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto. Per misure di portanza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

In alternativa alle misure di portanza, è ammesso il controllo basato sulla resistenza a compressione e sulla resistenza a trazione indiretta del materiale prelevato all'atto della stesa. La resistenza a compressione di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati e portati a rottura secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29. La resistenza a trazione indiretta di ciascun prelievo sarà ottenuta come media dei valori di 4 provini, confezionati secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29 e portati a rottura secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 97.

I valori di resistenza, per ciascun tratto omogeneo, dovranno essere conformi a quanto indicato nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori. Per valori di resistenza inferiori fino al 10%, rispetto ai valori di progetto, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti, viene applicata una detrazione del 10% del prezzo. Per carenze fino al 20%, al misto cementato ed a tutti gli strati sovrastanti viene applicata una detrazione del 20% del prezzo, mentre per carenze superiori al 20%, il tratto considerato deve essere demolito e ricostruito.

Se lo strato risulta già sanzionato per carenze dovute agli strati inferiori la detrazione verrà applicata solo per l'eventuale differenza, estesa agli strati sovrastanti.

Art. 24 - FORMAZIONE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO

24.1 STRATI DI BASE – BINDER - USURA

24.1.1 Inerti

Gli aggregati lapidei, di primo impiego, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5), degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella 25.1.1a.

Tabella 25.1.1a – Aggregato grosso

Trattenuto al crivello UNI n. 5			Strato pavimentazione		
Indicatori di qualità			Base	Binder	Usura
Parametro	Normativa	Unità di misura			
Los Angeles (*)	CNR 34/73	%	≤ 30	≤ 30	≤ 20
Micro Deval Umida (*)	CNR 109/85	%	≤ 25	≤ 25	≤ 15
Quantità di frantumato	-	%	≥ 70	≥ 80	100
Dimensione max	CNR 23/71	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	CNR 80/80	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0.0075	CNR 75/80	%	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Indice appiattimento	CNR 95/84	%		≤ 30	≤ 30
Porosità	CNR 65/78	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	CNR 140/92	%			≥ 40

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

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

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

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

A seconda del tipo di strada, gli aggregati fini per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali devono possedere le caratteristiche riassunte nella Tabella 25.1.1b.

Tabella 25.1.1b – Aggregato fino

Passante al crivello UNI n. 5			Strato pavimentazione		
Indicatori di qualità			Base	Binder	Usura
Parametro	Normativa	Unità di misura			
Equivalente in Sabbia	CNR 27/72	%	≥ 50	≥ 60	≥ 70
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014	%	N.P.		

Limite Liquido	CNR-UNI 10014	%	≤ 25		
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%		≤ 2	≤ 2
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%		≥ 40	≥ 50

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

Il filler, frazione passante al setaccio 0,075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 25.1.1c

Tabella 25.1.1c – Filler

Indicatori di qualità Parametro	Normativa	Unità di misura	Strato pavimentazione	
			Base	Binder Usura
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	
Passante allo 0.18	CNR 23/71	%		100
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≥ 80	
Indice Plasticità	CNR-UNI 10014			N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	%		30-45
Stiffening Power	CNR 122/88	□PA		≥ 5
Rapporto filler/bitume = 1,5				

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione deve essere rilasciata da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

24.1.2 Legante

Il legante deve essere costituito da bitume semisolido (tal quale) ed eventualmente da quello proveniente dal conglomerato riciclato additivato con ACF (attivanti chimici funzionali).

I bitumi sono composti organici costituiti sostanzialmente da miscele di idrocarburi, completamente solubili in solfuro di carbonio e dotati di capacità legante.

A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche indicate nella Tabella 25.1.2a, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Tabella 25.1.2a - Bitume

Parametro	Normativa	Unità di misura	tipo 50/70	tipo 80/100
Penetrazione a 25°C	EN1426 CNR24/71	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	EN1427 CNR35/73	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	CNR43 /74	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità	EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, γ =10s-1	PrEN 13072-2	Pa • s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	EN12607-1			
Volatilità	CNR54/77	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	EN1426 CNR24/71	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	EN1427 CNR35/73	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

24.1.3 Additivi

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

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

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

La scelta del tipo e del dosaggio di additivo dovrà essere stabilita in modo da garantire le caratteristiche di resistenza allo spogliamento e di durabilità all'azione dell'acqua riportate nelle tabelle 25.1.1a, 25.1.3a, 25.1.3b. In ogni caso, l'attivante di adesione scelto deve presentare caratteristiche chimiche stabili nel tempo anche se sottoposto a temperatura elevata (180 °C) per lunghi periodi (15 giorni).

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

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

Gli attivanti chimici funzionali (ACF) impiegati per rigenerare le caratteristiche del bitume invecchiato contenuto nel conglomerato bituminoso da riciclare devono avere le caratteristiche chimico-fisiche riportate nella Tabella 25.1.3a.

Il dosaggio varia in funzione della percentuale di conglomerato riciclato e delle caratteristiche del bitume in esso contenuto.

Per determinare la quantità di ACF da impiegare si deve preventivamente calcolare la percentuale teorica del bitume nuovo da aggiungere con la seguente espressione:

$$P_n = P_t - (P_v \times P_r)$$

dove

P_n = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;

P_t = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;

P_v = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;

P_r = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di P_t viene determinato con l'espressione:

$$P_t = 0,035 a + 0,045 b + c d + f$$

dove

P_t = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;

a = % di aggregato trattenuto al setaccio UNI 2 mm;

b = % di aggregato passante al setaccio UNI 2 mm e trattenuto al setaccio 0,075 mm;

c = % di aggregato passante al setaccio 0,075 mm;

d = 0,15 per un passante al N. 200 compreso tra 11 e 15;

d = 0,18 per un passante al N. 200 compreso tra 6 e 10;

d = 0,20 per un passante al N. 200 \leq 6;

f = parametro compreso normalmente fra 0,3 e 0,8, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

Si procede quindi a costruire in un diagramma viscosità (a 60 °C) / percentuale di rigenerante (rispetto al legante nuovo) una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K = viscosità della miscela bitume estratto (metodo ASTM D5404-97) più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate con le formule precedenti, senza rigenerante;

M = viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 10% in peso rispetto al bitume aggiunto;

F = viscosità della miscela simile alla precedente in cui una parte del bitume nuovo è sostituita dall'agente rigenerante nella misura del 20% in peso rispetto al bitume aggiunto.

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2000 Pa·s, la percentuale di rigenerante necessaria.

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

La presenza degli ACF nel bitume viene accertata mediante la prova di separazione cromatografica su strato sottile.

Tabella 25.1.3a - Attivanti Chimici Funzionali

Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D - 1298		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	ASTM D - 92	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	SNV 671908/74	Pa · s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	ASTM D - 2042	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D - 95	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D - 3228	% in peso	0,8 - 1,0

24.1.4 Miscela

La miscela degli aggregati di primo impiego e del conglomerato da riciclare, da adottarsi per i diversi strati, deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 25.1.3a.

La percentuale di legante totale (compreso il bitume presente nel conglomerato da riciclare), riferita al peso degli aggregati, deve essere compresa nei limiti indicati nella stessa Tabella 25.1.4a

Tabella 25.1.4a

Serie crivelli e setacci UNI		Base	Binder	Usura
Crivello	40	100	-	-
Crivello	30	80 - 100	-	-
Crivello	25	70 - 95	100	-
Crivello	15	45 - 70	65 - 85	100
Crivello	10	35 - 60	55 - 75	70 - 90
Crivello	5	25 - 50	35 - 55	40 - 60
Setaccio	2	20 - 35	25 - 38	25 - 38
Setaccio	0,4	6 - 20	10 - 20	11 - 20
Setaccio	0.18	4 - 14	5 - 15	8 - 15
Setaccio	0.075	4 - 8	4 - 8	6 - 10
% di bitume		4,0 - 5,0	4,5 - 5,5	5,0 - 6,0

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

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

Le caratteristiche richieste per lo strato di base, il binder ed il tappeto di usura sono riportate in Tabella 25.1.4b ed in Tabella 25.1.4c.

Tabella 25.1.4b - METODO VOLUMETRICO

Condizioni di prova	Unità di misura	Strato pavimentazione		
		Base	Binder	Usura

Angolo di rotazione		1.25° ± 0.02		
Velocità di rotazione	Rotazioni/min	30		
Pressione verticale	Kpa	600		
Diametro del provino	mm	150		
Risultati richiesti				
Vuoti a 10 rotazioni	%	10 – 14	10 – 14	10 – 14
Vuoti a 100 rotazioni (*)	%	3 – 5	3 – 5	4 – 6
Vuoti a 180 rotazioni	%	> 2	> 2	> 2
Resistenza a trazione indiretta a 25°C (**)	N/mm ²			> 0,6
Coefficiente di trazione indiretta a 25 °C (**)	N/mm ²			>50
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C dopo 15 giorni di immersione in acqua	%	≤25	≤25	≤25

(*) La densità ottenuta con 100 rotazioni della pressa giratoria viene indicata nel seguito con DG

(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidità (modulo complesso, modulo elastico, ecc.) che deve soddisfare le prescrizioni per esso indicate nel progetto della pavimentazione ed ha la funzione di costituire il riferimento per i controlli alla stesa.

Tabella 25.1.4c - METODO MARSHALL

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

(*) La densità Marshall viene indicata nel seguito con DM

24.1.5 Formazione e confezione delle miscele.

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con un congruo anticipo di almeno 20 giorni rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati.

Una volta accettato da parte della Direzione Lavori lo studio della miscela proposto, l'Impresa deve attenersi rigorosamente.

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

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di ± 0,25.

Tali valori devono essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate alla stesa, come pure dall'esame delle carote prelevate in sito, tenuto conto per queste ultime della quantità teorica del bitume di ancoraggio.

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

La produzione di ciascun impianto non deve essere spinta oltre la sua potenzialità, per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati. Possono essere impiegati anche impianti continui (tipo drum-mixer) purché il dosaggio dei componenti la miscela sia eseguito a peso, mediante idonee apparecchiature la cui efficienza deve essere costantemente controllata.

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

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

Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110°C.

La zona destinata allo stoccaggio degli inerti deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per annullare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possono compromettere la pulizia degli aggregati. Inoltre i cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei predosatori eseguita con la massima cura.

Lo stoccaggio del conglomerato bituminoso riciclato deve essere al coperto. L'umidità del conglomerato riciclato prima del riscaldamento deve essere comunque inferiore al 4%. Nel caso di valori superiori l'impiego del riciclato deve essere sospeso.

Il tempo di miscelazione deve essere stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante.

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non deve superare lo 0,25% in peso.

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 160°C e 180° C e quella del legante tra 150° C e 170° C, in rapporto al tipo di bitume impiegato.

Per la verifica delle suddette temperature gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

24.1.6 Preparazione delle superfici di stesa

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

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare prima della realizzazione di uno strato in conglomerato bituminoso. Scopo di tale lavorazione è quello di riempire i vuoti dello strato non legato irrigidendone la parte superficiale fornendo al contempo una migliore adesione per l'ancoraggio del successivo strato in conglomerato bituminoso.

Il materiale da impiegare a tale fine è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica, le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 25.1.6a, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m².

Tabella 25.1.6a

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	CNR 99/84		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	55±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	> 70
Punto di ramollimento	CNR 35/73	°C	> 30

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

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

Nel caso di nuove costruzioni, il materiale da impiegare è rappresentato da una emulsione bituminosa cationica (al 60 % oppure al 65 % di legante), le cui caratteristiche sono riportate in Tabella 25.1.6b, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m².

Tabella 25.1.6b

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	CNR 99/84		Positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	60±2	65±2
Flussante (%)	CNR 100/84	%	1-4	1-4
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	5-10	15-20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 8	< 8
Residuo bituminoso				
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	> 70	> 70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 40	> 40

Qualora il nuovo strato venga realizzato sopra una pavimentazione esistente è suggerito, in particolare per autostrade e strade extraurbane principali, l'utilizzo di una emulsione bituminosa modificata avente le caratteristiche riportate in Tabella 25.1.6c, dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.35 Kg/m².

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

Tabella 25.1.6c

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	CNR 99/84		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	CNR 100/84	%	70±1
Flussante (%)	CNR 100/84	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
Residuo bituminoso			
Penetrazione a 25 °C	CNR 24/71	dmm	50-70
Punto di rammollimento	CNR 35/73	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	EN 13398	%	> 75

Nel caso di stesa di conglomerato bituminoso su pavimentazione precedentemente fresata, è ammesso l'utilizzo di emulsioni bituminose cationiche e modificate maggiormente diluite (fino ad un massimo del 55 % di bitume residuo) a condizione che gli indicatori di qualità (valutati sul bitume residuo) e le prestazioni richieste rispettino gli stessi valori riportati rispettivamente nella Tabella 25.1.6b e nella Tabella 25.1.6c.

Ai fini dell'accettazione del legante per mani d'attacco, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati ed a produrre copia dello studio prestazionale eseguito con il metodo ASTRA rilasciato dal produttore.

24.1.7 Posa in opera delle miscele.

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento.

Le vibrofinitrici devono comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessurazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente.

Qualora ciò non sia possibile il bordo della striscia già realizzata deve essere spalmato con emulsione bituminosa cationica per assicurare la saldatura della striscia successiva.

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si deve procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura.

I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere devono essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati deve essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezione al cantiere di stesa deve avvenire mediante mezzi di trasporto di adeguata portata, efficienti e veloci e comunque sempre dotati di telone di copertura per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e formazione di crostoni.

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa controllata immediatamente dietro la finitrice deve risultare in ogni momento non inferiore a 140° C.

La stesa dei conglomerati deve essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possono pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro.

Gli strati eventualmente compromessi devono essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati deve iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

L'addensamento deve essere realizzato preferibilmente con rulli gommati.

Per gli strati di base e di binder possono essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso non inferiore a 12 T. e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Per lo strato di usura può essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 15t.

Si avrà cura inoltre che la compattazione sia condotta con la metodologia più adeguata per ottenere uniforme addensamento in ogni punto ed evitare fessurazioni e scorrimenti nello strato appena steso.

La superficie degli strati deve presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato deve aderirvi uniformemente; può essere tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

La miscela bituminosa dello strato di base verrà stesa dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza della fondazione ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

Prima della stesa del conglomerato bituminoso su strati di fondazione in misto cementato deve essere rimossa, per garantirne l'ancoraggio, la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso. Nel caso di stesa in doppio strato essi devono essere sovrapposti nel più breve tempo possibile. Qualora la seconda stesa non sia realizzata entro le 24 ore successive tra i due strati deve essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,3 Kg/m² di bitume residuo.

La miscela bituminosa del binder e del tappeto di usura verrà stesa sul piano finito dello strato sottostante dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

24.2 TRATTAMENTI SUPERFICIALI

Immediatamente prima di dare inizio ai trattamenti superficiali di prima o di seconda mano, l'Impresa delimiterà i bordi del trattamento con un arginello in sabbia onde ottenere i trattamenti stessi profilati ai margini.

Ultimato il trattamento resta a carico dell'Impresa l'ulteriore profilatura mediante asportazione col piccone delle materie esuberanti e colmatura delle parti mancanti col pietrischetto bituminoso.

24.2.1 *Trattamento con bitume a caldo*

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m² di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

Gli eventuali rappezzi che si rendessero necessari, saranno eseguiti con la stessa tecnica a cura e spese dell'Impresa.

L'applicazione di bitume a caldo sarà eseguita sul piano viabile perfettamente asciutto ed in periodo di caldo secco.

Ciò implica che i mesi più favorevoli sono quelli da maggio a settembre e che in caso di pioggia il lavoro si debba sospendere.

Il bitume sarà riscaldato a temperatura fra 160°C e 180°C entro adatte caldaie che permettono il controllo della temperatura stessa.

L'applicazione dovrà essere fatta mediante spanditrice a pressione in modo tale da garantire l'esatta distribuzione con perfetta uniformità su ogni metro quadrato del quantitativo di bitume prescritto.

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m³ 1,20 per 100 m², dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

Allo spandimento della graniglia seguirà una prima rullatura con rullo leggero e successivamente altra rullatura con rullo di medio tonnellaggio, non superiore alle t. 14, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Per il controllo della qualità del materiale impiegato, si preleveranno i campioni con le modalità prescritte.

Verificandosi in seguito affioramenti di bitume ancora molle, l'Impresa provvederà, senza ulteriore compenso, allo spandimento della conveniente quantità di graniglia nelle zone che lo richiedano, procurando che essa abbia ad incorporarsi nel bitume a mezzo di adatta rullatura leggera, in modo da saturarla completamente.

L'Impresa sarà obbligata a rifare, a sua cura, tutte quelle parti della pavimentazione che per cause qualsiasi dessero indizio di cattiva o mediocre riuscita e cioè presentassero accentuate deformazioni della sagoma stradale, ovvero ripetute abrasioni superficiali non giustificate dalla natura e dalla intensità del traffico.

L'Ente si riserva la facoltà di variare le modalità esecutive di applicazione del bitume a caldo, senza che per questo l'Appaltatore possa sollevare eccezioni ed avanzare particolari richieste di compensi.

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente

non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

Gli oneri di cui sopra sono compresi e compensati nei prezzi di Elenco e pertanto nessun maggior compenso spetta all'Impresa per tale titolo.

24.2.2 Trattamento a caldo con bitume liquido.

Il bitume liquido da impiegare per esecuzione di trattamenti dovrà essere quello ottenuto con flussaggio di bitume a penetrazione $100 \div 120$ e costituito, se di tipo 150/300 per almeno l'80% da bitume, se di tipo 350/700 per almeno l'85% da bitume e per la restante parte, in ambedue i casi, da olio di catrame.

I bitumi liquidi, da impiegarsi per l'esecuzione di trattamenti superficiali, dovranno avere le caratteristiche prescritte dal fascicolo n. 7 delle norme del C.N.R del 1957 .

Il tipo di bitume liquido da impiegarsi sarà prescritto dalla Direzione dei Lavori tenendo conto che per la temperatura ambiente superiore ai 15°C si dovrà dare la preferenza al bitume liquido 350/700, mentre invece con temperatura ambiente inferiore dovrà essere impiegato quello con viscosità 150/300.

In nessun caso si dovrà lavorare con temperature ambienti inferiori agli 8°C .

Con le consuete modalità si procederà al prelievo dei campioni prima dell'impiego, i quali verranno sottoposti all'analisi presso Laboratori Ufficiali.

Il lavoro di trattamento dovrà essere predisposto su metà strada per volta, onde non interrompere la continuità del traffico e la buona riuscita del lavoro.

Il vecchio manto bituminoso dovrà essere sottoposto ad una accurata operazione di depolverizzazione e raschiatura della superficie, mediante spazzoloni, scope metalliche e raschietti.

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m^2 previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

La distribuzione del bitume dovrà avvenire con perfetta uniformità su ogni metro quadrato nel quantitativo di bitume prescritto.

Dovranno evitarsi in modo assoluto le chiazze e gli eccessi di bitume, rimanendo stabilito che le aree così trattate dovranno essere raschiate e sottoposte a nuovo trattamento a totale spesa dell'Impresa.

Immediatamente dopo lo spandimento del bitume, la superficie stradale dovrà essere ricoperta con pietrischetto in ragione di litri 20 per metro quadrato, di cui litri 17 dovranno essere di pezzatura rigorosa da mm 16 a mm 18 e litri 3 di graniglia da mm 2 a mm 4.

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati.

I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

Il pietrischetto della pezzatura più grossa verrà sparso uniformemente sulla superficie bitumata ed in modo che gli elementi siano fra di loro a stretto contatto.

Dopo pochi passaggi di rullo pesante si procederà al conguaglio delle eventuali irregolarità di sparsa del pietrischetto suddetto, facendo le opportune integrazioni e, quindi, si procederà allo spargimento della graniglia minuta ad intasamento dei vuoti rimasti fra gli elementi del pietrischetto precedentemente sparso.

Allo spandimento completo del pietrischetto e della graniglia seguirà la rullatura con rullo pesante, in modo da ottenere la buona penetrazione del materiale nel bitume.

Si dovrà aver cura che il pietrischetto e la graniglia, all'atto dello spargimento, siano bene asciutti ed in precedenza riscaldati dal sole rimanendo vietato l'impiego di materiale umido.

I tratti sottoposti a trattamento dovranno rimanere chiusi al traffico per almeno 18 ore e, quindi, la bitumatura dovrà essere eseguita su strisce di metà strada alternate alla lunghezza massima di m. 300.

A tal fine l'Impresa dovrà disporre un apposito servizio di guardiania diurna e notturna per il pilotaggio del traffico, del cui onere s'è tenuto largamente conto nella determinazione del prezzo unitario.

L'Impresa provvederà a sua cura e spese all'apposizione di cartelli di segnalazione, cavalletti, ecc., occorrenti per la chiusura al traffico delle estese trattate.

Il pietrischetto, che risulterà non incorporato nel bitume, per nessun motivo potrà essere impiegato in trattamenti di altre estese di strada.

Infine l'Impresa provvederà, con i propri operai, alla esatta profilatura dei bordi della nuova pavimentazione, al ricollocamento in opera delle punteggiature marginali spostate dal compressore, nonché alla raschiatura ed eventuale pulitura di zanelle, di cordonate, di marciapiedi, imbrattati durante l'esecuzione dei lavori, essendo tali oneri stati compresi nella determinazione dei prezzi di Elenco.

Si pattuisce che quelle aree di trattamento che in prosieguo di tempo risultassero difettose, ovvero prive di penetrazione di pietrischetto e di graniglia, saranno dall'Appaltatore sottoposte, a totale sua spesa, ad un nuovo ed analogo trattamento.

24.2.3 Cordoli

I cordoli saranno realizzati direttamente in opera mediante estrusione da idonea cordolatrice meccanica e potranno essere realizzati in conglomerato sia bituminoso che cementizio, tipo II, con Rck = 30 MPa, previa mano di ancoraggio con emulsione bituminosa.

I cordoli in calcestruzzo saranno finiti dopo maturazione con una mano di emulsione bituminosa.

I cordoli a protezione della banchina in terra saranno eseguiti contemporaneamente alla pavimentazione dalla macchina finitrice, avranno sezione trapezoidale con basi di 8 e 5 cm ed altezza media di 4 cm, oppure con basi di 10 e 5 cm ed altezza media di 6 cm.

Nel caso di impiego di elementi prefabbricati di norma lunghi 100 cm, salvo nei tratti in curva a piccolo raggio o casi particolari per i quali la Direzione Lavori potrà richiedere dimensioni minori, ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

Nel caso che la resistenza sia inferiore a 30 MPa, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m³ di sabbia.

24.2.4 Griglia composita in fibre di poliestere

La griglia composita flessibile per il rinforzo dei conglomerati bituminosi, di maglia 40x40 mm, dovrà essere realizzata in fibre di poliestere ad elevato modulo e basso creep.

La griglia deve essere saldamente accoppiata ad un geotessile non tessuto ultra leggero in polipropilene. Il geocomposito dovrà essere totalmente impregnato con un rivestimento bituminoso.

La resistenza a trazione dovrà essere non inferiore a 50 kN/m, con un allungamento massimo del 12 % sia nella direzione longitudinale che trasversale (ISO 10319). Al 3% di allungamento la griglia dovrà sviluppare una tensione non inferiore a 12 kN/m sia nella direzione longitudinale che trasversale (ISO 10319). Per evitare che il geosintetico agisca come strato separatore, il non tessuto bitumato dovrà essere sottile, poroso e non dovrà presentare cuciture o altro tipo di ostacoli; quindi la resistenza al punzonamento del non-tessuto nel geocomposito non dovrà essere maggiore di 0,14 kN secondo la norma NF G 38-019. La resistenza al taglio sulla superficie di una carota di Φ 150 mm, con la griglia interposta tra due strati di conglomerato bituminoso deve essere di almeno 15 kN secondo la prova ZTV Stra 91/Erg.96 tedesca per le costruzioni stradali. Tale caratteristica dovrà essere certificata da un laboratorio di prove indipendente autorizzato. La griglia dovrà resistere a temperature di posa fino a 190° C nonché ai solventi ed ai prodotti antigelo.

La superficie di posa in conglomerato bituminoso dovrà essere regolarizzata e pulita, sulla quale si dovrà applicare una mano d'attacco di almeno 600 gr/m² di emulsione bituminosa cationica instabile al 60%. Si procederà alla posa della griglia, soltanto dopo che lo stato di rottura dell'emulsione sia stato raggiunto. Il tipo e la quantità idonea della mano d'attacco potranno essere modificati dalla DL in funzione delle condizioni del piano di posa. I sormonti saranno di circa 25 cm alle estremità del rotolo e di circa 15 ai lati. Lungo la carreggiata, si dovranno abbinare le larghezze dei rotoli in modo da minimizzare il numero di sormonti e di evitare sovrapposizioni in corrispondenza dei giunti di asfalto.

La posa dovrà essere realizzata seguendo le indicazioni progettuali e/o le procedure fornite dal produttore.

La geogriglia dovrà essere approvata dalla direzione lavori, la quale potrà richiedere la seguente documentazione a garanzia della qualità dei materiali forniti.

Il produttore dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste, sulla base delle relative prove meccaniche effettuate su ogni lotto di produzione identificabile dall'etichetta posta sui singoli rotoli, il nome dell'impresa appaltante e l'indirizzo del cantiere.

Le caratteristiche meccaniche dovranno essere verificate secondo la normativa DIN 18200 in laboratori autorizzati, sia interni che esterni (EN 45001). Ogni rotolo dovrà avere almeno un'etichetta identificativa contenente il tipo di prodotto ed il codice di produzione secondo la norma DIN EN 30320.

24.3 CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera deve essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 25.3a.

Tabella 25.3a - Controllo dei materiali e verifica prestazionale

STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure Ogni 1500 m ² di stesa	Rif. Tabella 25.1.2a
Base, Binder, Usura	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 1000 m ² di stesa	Rif. Tabella 25.1.1a
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 1000 m ² di stesa	Rif. Tabella 25.1.1b
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure Ogni 1000 m ² di stesa	Rif. Tabella 25.1.1c
Base, Binder,	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 2500 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 2500 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Binder, Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 2500 m ² di stesa	J1 a 10 °C compreso tra 25 e 40 cm ² /(daN*s) Jp a 40 °C compreso tra 14 x 106 e 26 x 106 cm ² /(daN*s)

Base, Binder, Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	10cm – 8cm – 4cm
Base, Binder, Usura	Carote x densità in sito	Pavimentazione	Ogni 400 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Base, Binder	Carote x modulo	Pavimentazione	Ogni 400 m di fascia di stesa	90% del valore previsto in progetto
Usura		Pavimentazione	Ogni 400 m di fascia di stesa	BPN \geq 60 HS \geq 4 mm

Ogni prelievo deve essere costituito da due campioni; un campione viene utilizzato per i controlli presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, l'altro resta a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Sui materiali costituenti devono essere verificate le caratteristiche di accettabilità.

Sulla miscela vengono determinate: la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione e vengono inoltre controllate le caratteristiche di idoneità mediante la Pressa Giratoria.

I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25 °C (Brasiliana).

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (CNR 40/73); percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73); perdita di Stabilità dopo 15 giorni di immersione in acqua (CNR n. 121/87); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Per lo strato di usura e per quello di collegamento, viene controllata la deformabilità viscoplastica con prove a carico costante (CNR 106/85). Il parametro J1 a 10 °C deve essere compreso tra 25 e 40 cm²/(daN*s) mentre lo Jp a 40 °C deve essere compreso tra 14 x 10⁶ e 26 x 10⁶ cm²/(daN*s).

Dopo la stesa la Direzione Lavori preleverà delle carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui ed il modulo complesso E (Norma prEN 12697-26). Qualora l'altezza ridotta delle carote non consenta l'esecuzione di quest'ultima prova, il modulo complesso verrà determinato su provini confezionati in laboratorio con la corrispondente miscela prelevata in corso d'opera, costipata fino al raggiungimento della densità in situ.

Per valori del modulo complesso E inferiori a quelli di progetto, con una tolleranza del 10%, verrà applicata una detrazione dello 0,4% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di carenza, oltre la tolleranza, del modulo dinamico a compressione.

Lo spessore dello strato verrà determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate dalle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per il tappeto di usura l'aderenza (resistenza di attrito radente) misurata con lo Skid Tester secondo la norma CNR 105/85 deve fornire valori di BPN (British Pendulum Number) uguali o maggiori di 60; l'altezza di sabbia (HS), determinata secondo la metodologia CNR 94/83, deve essere superiore o uguale a 0,4 mm.

Qualora il valore medio di BPN o HS, per ciascuna tratta, sia inferiore ai valori prescritti, il tappeto di usura viene penalizzato del 15% del suo costo.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

Art. 25 - TOMBINI E MANUFATTI

L'oggetto della presente sezione riguarda le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei tombini e dei manufatti insieme degli elementi costruttivi che li compongono.

Sarà cura dell'Impresa procedere, in fase di progetto, allo studio del piano di sollevamento delle strutture in conglomerato cementizio.

Dato che il cantiere ricade nell'ambito di applicazione del D.Lgs 494/96 e successive modifiche ed integrazioni, il piano di sollevamento delle strutture, dovrà aggiornare il Piano di Sicurezza e Coordinamento.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle Norme Tecniche della legge 05/11/1971 n. 1086 «Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e per le strutture metalliche» (e dei relativi Decreti Ministeriali in vigore); della legge 02/02/1974 n. 64 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche» (D.M. 19/06/1984, D.M. 29/01/1985, D.M. LL.PP. 24/01/1986, D.M. 04/05/1986 e relative istruzioni Legge Regionale 7 novembre 2003 n° 27) e di tutte le leggi e Decreti Ministeriali inerenti le Norme di costruzione di manufatti in zona sismica.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs 626/94, D.Lgs 494/96, e successive modifiche ed integrazioni.)

Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà a cura e spese dell'Impresa far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari per assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche prefissate.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086 dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Impresa provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

Il materiale dovrà pervenire in cantiere corredato dalla certificazione di qualifica richiesta.

Le strutture in calcestruzzo prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

25.1.1 Confezionamento e getto di conglomerati cementizi armati

Le opere in conglomerato cementizio armato dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al D.M. 09/01/1996 "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" ed alle prescrizioni di cui alle sezioni "calcestruzzi" ed "acciaio" del presente Capitolato.

25.2 IMPERMEABILIZZAZIONE

L'impermeabilizzazione, in corrispondenza delle discontinuità e/o di elementi sporgenti, dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

25.2.1 Caratteristiche dei materiali

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

Primer di adesione al supporto

Il primer di adesione alle superfici in acciaio sarà costituito da soluzioni, in opportuni solventi selettivi, di bitume di distillazione, a penetrazione 60/70 dmm, additivato per il 10-12% con particolari gomme termoplastiche compatibili e resine resistenti alle alte temperature di stesa e capaci di conferire estrema elasticità ed adesività all'intero sistema.

Tale prodotto sarà fornito in cantiere preconfezionato in modo da garantire una perfetta omogeneità della massa con dispersione ottimale del polimero.

Si procederà alla stesa a caldo (473-493° K) con spatoloni sulla superficie appena sabbiata.

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

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

Massa bituminosa della guaina

Sarà costituita indicativamente da bitume leggermente polimerizzato, in quantità non superiore al 70% in peso della massa costituente il legante, mescolato con copolimeri di butilene e propilene con opportuni agenti stabilizzanti della dispersione degli elastomeri nel bitume.

Potranno in alternativa essere usati altri tipi di elastomeri e plastomeri purché compatibili con il bitume e con le temperature di fabbricazione e messa in opera.

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

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito:

- punto di rammollimento P. e A.: $\geq 423^\circ$ K;
- punto di rottura Frass: 258° K;
- penetrabilità DOW a 298° K (con peso 100 g a 299° K): 20 - 30 dmm.

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

Armatura delle guaine

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura.

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

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) > 300 q/m'
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639) ≥ 18 kN/m
- allungamento (UNI 8939) > 60%
- lacerazione (UNI 8279/9) $\geq 0,5$ kN
- punzonamento (UNI 8279/14) ≥ 3 bar
- inalterabilità all'azione anche prolungata di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa.

Guaina preformata

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa (posta a 0,5 mm dalla superficie superiore a contatto con il conglomerato bituminoso della pavimentazione).

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati:

- massa areica (UNI 8202/7):

guaina di spessore non minore di 5 mm > 5,500 kg

guaina di spessore non minore di 4 mm $\geq 4,500$ kg

- resistenza a trazione (UNI 8202/8):

longitudinale ≥ 18 kN/m

trasversale > 16 kN/m

- resistenza alla lacerazione (LTNI 8202/9):

longitudinale 0,16 kN

trasversale 0,17 kN

punzonamento statico (UNI 8202/11):

classe di resistenza/carico sopportato su sfera $\varnothing 10$ mm

- su supporto rigido Ps4 > 25 kg

- su supporto non rigido Ps4/ > 25 kg

- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) 263° K

- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16) < 1 mm

- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

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

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

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

25.2.2 Modalità di posa in opera

Per le modalità di preparazione delle lastre e per le sistemazioni in corrispondenza dei coronamenti valgono le prescrizioni del precedente punto 2.3.1.2.

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

- A** metodo di posa n° 1 da adottare indicativamente nel caso di temperatura media diurna dell'aria non minore di 283° K. : la guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla lastra;
- B** metodo di posa n° 2 da adottare indicativamente nel caso di temperatura media diurna dell'aria minore di 283° K. : la guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m² verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla lastra, di 1,00 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla lastra.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333° K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Art. 26 - STRUTTURE IN CALCESTRUZZO GETTATO IN OPERA

26.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n° 1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" (G.U. n. 76 del 21.03.1974);

- del D.M. 19.06.1984, n. 24771 “Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 “Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare ANAS. n. 55/1986);
- del D.M. 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali” (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).
- del D.M. 14 febbraio 1992 “Norme Tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- del D.M. 9 gennaio 1996 “ Norme Tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);
- del D.M. 16 gennaio 1996 “ Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);
- del D.M. 16 gennaio 1996 “ Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente “ Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente “ Istruzioni per l’applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);

Gli elaborati di progetto indicano i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da c.a. da impiegare.

L’Impresa sarà tenuta inoltre a presentare all’esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisorie (centine, cassature, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell’inizio dei getti di ciascuna opera d’arte, l’Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all’esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell’appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l’inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall’Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L’esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l’Impresa dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l’Impresa rimane l’unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

26.2 CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Nella tavole di progetto sono indicate le proprietà di ogni tipo di conglomerato cementizio di cui è previsto l’impiego ed in particolare:

- classe di resistenza;

- classe di esposizione;
- classe di consistenza;
- diametro massimo dell'aggregato.

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime.

26.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

26.3.1 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 09/03/1988 n°126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

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 DL 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 DL 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 sili 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.

26.3.2 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 2^a.

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:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;

- solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) 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.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dall'Impresa.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella 28.3.2a, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 100 m³ di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione 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 100 m³ di materiale impiegato, nonché ogni volta che la DL lo riterrà necessario.

Tabella 28.3.2a

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa ≤ 4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	SO ₃ ≤ 0,05%
Presenza di argille	Equivalenti in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	ES ≥ 80 VB ≤ 0,6 cm ³ /gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale 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 8520 (parte 12)	Cl ≤ 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	Cf ≥ 0,15 (Dmax = 32 mm) Cf ≥ 0,12 (Dmax = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 mc di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, 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).

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.

26.3.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 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 8520 parte 5) in modo da rispettare il previsto rapporto acqua/cemento.

26.3.4 Additivi e disarmanti

Le loro caratteristiche dovranno essere verificate sperimentalmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi, esibendo inoltre, certificati di prova di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle disposizioni vigenti.

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

E' vietato usare lubrificanti di varia natura e olii esausti come disarmanti.

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

26.4 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 5/11/1971 n. 1086 (D.M. 09/01/96).

Per gli opportuni controlli da parte della DL, 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 DL 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 DM 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 del DL di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

L'unità di collaudo per acciai in barre ad aderenza migliorata è costituita dalla partita del peso max di 25 t; ogni partita minore di 25 t deve essere considerata unità di collaudo indipendente.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura e per ogni partita omogenea dovranno essere prelevati non meno di tre campioni di 1,3 metri 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 DL, 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 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della DL di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Impresa.

26.4.1 Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 44k - controllato in stabilimento

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione 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 Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

26.4.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Le reti saranno in barre del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro compreso tra 4 e 12 mm, con distanza assiale non superiore a 35 cm.

Dovrà essere verificata la resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, come indicato nel DM 14/2/92 e successivi aggiornamenti.

Per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al precedente punto 1.5.1 .

26.4.3 Fili, barre, trefoli

L'acciaio per c.a.p. deve essere 'controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione, secondo le norme di cui al D.M. 09/01/96.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere gli acciai controllati in stabilimento.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti 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. 09/01/1996.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

26.4.4 Cavo inguainato monotrefolo

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto 2.2.0 e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Impresa dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

26.5 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'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.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista (pile) dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto 1.8.3.1.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura 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.

26.6 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE IN C.A.

26.6.1 Confezione dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura 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 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 di cui al punto 1.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 – 79.

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 DL, 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 273 K (0 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

26.6.2 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 comunque a discrezione della Direzione dei Lavori.

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;
- il rapporto acqua/cemento;
- 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 DL.

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al punto 28.10.2 della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato nel punto 28.10.2, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 – 79, salvo l'uso di particolari additivi.

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 Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

26.6.3 Posa in opera

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

La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

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 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 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.

La regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, 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 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 Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento a ritiro compensato;

- 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 a ritiro compensato.

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 vibrati efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione 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 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 6394 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.

Riprese di getto

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi.

Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

Posa in opera in climi freddi

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto 1.7.1 della presente sezione.

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innevate 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 273 K (0 °C).

Posa in opera in climi caldi

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

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 9858.

26.6.4 Stagionatura - Disarmo – Modalità da seguire

Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

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

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

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra. I prodotti antievaporanti dovranno tuttavia essere rimossi mediante sabbiatura o idrosabbiatura prima della posa dei successivi strati (impermeabilizzazioni, verniciature, pavimentazioni, ecc).

E' ammesso in alternativa l'impiego, a discrezione della Direzione dei Lavori, 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 DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

Maturazione accelerata con trattamenti termici

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa a discrezione della Direzione dei Lavori, qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C);
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI 6127.

Disarmo

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

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 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 DL 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.

Giunti di discontinuità ed opere accessorie nelle strutture in conglomerato cementizio

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a

battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I giunti, come sopra illustrati, dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi allegato a questo Capitolato, prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

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

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione.

I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

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

Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, oneri vari

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti.

L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

Utilizzo dei distanziatori

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico;

lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p., contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche "(D.M. 09/01/96) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3 cm e comunque come indicato dal progettista.

Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere di 4 cm e comunque come indicato dal progettista.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

L'Impresa dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto.

E' a carico dell'Impresa l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

26.7 IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati.

I materiali da impiegare dovranno possedere le seguenti caratteristiche: gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione;
- in particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;
- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);

- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.
- a) Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate: tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di -10° e $+60^{\circ}$ C;
- b) sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

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

26.7.1 Guaine bituminose

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

- pulizia delle superfici: sarà sufficiente una buona pulizia con aria compressa e l'esportazione delle asperità più grosse eventualmente presenti, sigillature e riprese dei calcestruzzi non saranno necessarie; la superficie dovranno avere una stagionatura di almeno 20 giorni ed essere asciutte;
- primer: sarà dello stesso tipo descritto in precedenza e potrà essere dato anche a spruzzo, ad esso seguirà la stesa di circa $0,5 \text{ Kg/m}^2$;
- tipo di guaina: sarà preformata, di spessore complessivo pari a 4 mm, l'armatura dovrà avere peso non inferiore a 250 g/m^2 e resistenza non inferiore a $1000-1200 \text{ N/5cm}$, ed una flessibilità a freddo a -10°C , i giunti tra le guaine dovranno avere sovrapposizioni di almeno 5 cm e dovranno essere accuratamente sigillati con la fiamma e spatola meccanica;
- resistenza a punzonamento della guaina o dell'armatura (modalità A_1 o G_a): non inferiore a 10 Kg;
- resistenza a trazione (modalità G_2L e G_2T): 8 Kg/cm .

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

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

26.8 DRENAGGIO A TERGO DI OPERE IN C.A.

Per il drenaggio delle acque a tergo delle opere in calcestruzzo armato gettato in opera dovrà essere utilizzato un geocomposito formato da monofilamenti estrusi di polipropilene termosaldati tra loro nei punti di contatto con struttura tridimensionale a canali longitudinali paralleli, accoppiato termicamente, su un lato con un geotessile da filo continuo di polipropilene. Nella parte inferiore del geocomposito dovrà essere installato un tubo corrugato drenante del diametro 125 mm esterno 105 mm interno.

Il geocomposito presenterà le seguenti caratteristiche:

- Massa areica non inferiore a 600 g/m^2
- Spessore a 2 kPa non inferiore a 7 mm
- Flusso attraverso un metro di larghezza non inferiore a $0,80 \text{ l/m s}$, misurato con gradiente $i=0.32$ e sotto carico di 20 kPa.

Il geotessile dovrà presenterà le seguenti caratteristiche:

- Massa areica non inferiore a 130 g/m²
- Spessore a 2 kPa non inferiore a 1,1 mm
- Carico massimo a trazione non inferiore a 9,8 kN/m
- Resistenza a punzonamento CBR pari a 1600 N
- Porometria O90 pari a 90 micron.

La struttura drenante del geocomposito sarà larga almeno 200 cm, mentre quella dei due teli di geotessile sarà di almeno 210 cm, in modo da avere due chiusure laterali per prevenire l'infiltrazione di particelle di terreno. Il geocomposito sarà opportunamente fissato all'impermeabilizzazione e posato in modo da consentire la continuità idraulica laterale tra i vari teli.

Il drenaggio con geocomposito proposto non dovrà essere realizzato nelle opere necessarie per l'attraversamento del corpo stradale di fiumi, rii o fossi per le quali si ritiene prioritario dover evitare fenomeni di sifonamento; in tali opere infatti la realizzazione dei drenaggi può portare a fenomeni di flusso e riflusso delle acque di scorrimento negli scarichi dei drenaggi lungo i corsi d'acqua con fenomeni di asportazioni delle parti fini dei rilevati e conseguente creazione di vuoti all'interno e conseguenti fenomeni di perdita di portanza.

26.9 CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO GETTATO IN OPERA

26.9.1 Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi

L'Impresa è tenuta all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica,, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Lo studio, per ogni classe di conglomerato cementizio che figura negli elaborati di progetto dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti.

Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione Rck;
- durabilità delle opere (EN206);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi.
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556)
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395)
- ritiro idraulico (UNI 6555)
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087)
- impermeabilità (ISO DIS 7032).

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;

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

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 1.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di $\pm 10\%$ dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto previsto ai punti a), b), c) e f).

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della DL dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla DL, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera, se non autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

Qualora eccezionalmente si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà comunque essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858.

26.9.2 Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica.

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

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.

I controlli saranno quelli riportati sulle caratteristiche del materiale.

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 (Rck) 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 DL 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 Rck 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 Rck è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

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

Nel caso che la Rck non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la Rck risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto.

Nel caso in cui la DL 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 Lavori verrà fissata un'area non superiore a $0,1 \text{ m}^2$, su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. 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 DL 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.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini n il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore $s = 1,0$ e $s = 1,2$.

Nel caso di provini cubici si assume $s = 1,0$.

Per ogni lotto di conglomerato di 100 m³ di conglomerato cementizio indagato o frazione, n dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2.5\sigma / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3\sigma / (1.5 + 1/s)$$

Dove :

σ è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.

Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

la valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) \sum R_i / n$$

dove:

F_{stim} = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;

n = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;

R_i = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente b , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica R_{ck} .

Pertanto, se :

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

$$(F_{stim} \cdot b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Impresa.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della DL.

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 9418, 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'.

Controllo del rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato sia tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, 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.

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.

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 6395 – 72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto 11.3.10 della Norma UNI 9858.

Controllo del contenuto di cemento

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 – 72 e 6394 – 69.

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.

Durabilità dei conglomerati cementizi

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

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

Il progettista, dovrà accertare mediante analisi opportune, la presenza e la concentrazione di agenti aggressivi, ed in caso di esito positivo indicare le eventuali prescrizioni che il conglomerato cementizio dovrà soddisfare al fine di evitare la conseguente degradazione.

In particolare, ai fini di preservare le armature da qualsiasi fenomeno di aggressione ambientale, il copriferro minimo da prevedere, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice della barra più vicina, non dovrà essere inferiore a 40 (quaranta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Tale prescrizione dovrà essere applicata anche a tutte le strutture prefabbricate e/o precomprese.

Art. 27 - COMPLETAMENTI DI OPERE D'ARTE

27.1 MURATURE IN PIETRA

La muratura di pietrame con malta cementizia sarà eseguita con elementi di pietrame locale delle dimensioni di circa cm 35 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 25 di profondità.

Nell'ambito della tipologia della pietra locale richiesta per tale opera, dovranno essere privilegiate le litologie calcaree e calcareo-marnose afferibili alle formazioni geologiche della Serie Toscana non metamorfica e del complesso "Alberese", tipiche dei nuclei collinari della Valdinievole e del Pistoiese.

Previa verifica da parte della D.L. per la sua accettazione, il pietrame da utilizzare non dovrà essere di tipo scaglioso né presentare interstrati argillitici o siltitici, non dovrà presentare alterazioni e sfaldabilità nella superficie esterna, dovrà presentare buona tenacità complessiva, dovrà essere caratterizzato da modesta o nulla gelività.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate. I tipi e gli spessori delle murature sono quelli indicati in progetto.

Il pietrame dovrà essere bagnato all'atto dell'impiego fino a sufficiente saturazione. Dovranno essere messi in opera in corsi regolari con commessure ben riempite di malta.

Murature nelle quali dovesse riscontrarsi l'impiego di materiali scadenti o difetti d'esecuzione saranno rifiutate, restando a carico dell'Impresa l'onere per la demolizione e il successivo rifacimento. Dovrà essere curato in ogni particolare l'esecuzione di spigoli, sguinci, spalle, mazzette, strombature, incassature, immorsature, canne, piattabande, pilastri, pilastrini, lesene, ecc.. Dovranno essere lasciati i necessari fori, tracce, incavi, canalizzazioni per il passaggio e l'installazione d'impianti d'ogni tipo e degli scarichi, per gli ancoraggi di strutture, per i rivestimenti e per quant'altro sia posto in opera dopo l'esecuzione delle murature. Quanto sopra allo scopo di evitare lo scalpellamento o la

demolizione anche parziale della muratura, il cui onere in ogni caso deve ritenersi a totale carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà adottare i provvedimenti ritenuti più opportuni per proteggere le murature dal gelo nel periodo invernale.

L'impasto dei materiali dovrà essere ottenuto con idonei mescolatori meccanici. Gli impasti dovranno essere preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato. I residui impasti che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego, dovranno essere portati a rifiuto.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzepate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. La malta verrà dosata con kg 350 di cemento per ogni m³ di sabbia.

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

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

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo, le facce viste dei singoli pezzi dovranno essere ridotte, col martello a punta grossa, a superficie piana poligonale; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e 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 non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrate, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le 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 depurate dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta cementizia, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

27.2 SCOGLIERE

Le scogliere verranno realizzate in pietrame locale con massi di peso compresa fra 0,5 a 3 ql, intasate con conglomerato cementizio Rck 20 Mpa gettato dentro i vuoti a mezzo di pompa.

Il volume del pietrame dovrà essere non inferiore al 60% del totale della scogliera finita; dovrà essere utilizzato inoltre pietrame di minori dimensioni atto al riempimento dei principali vuoti per un volume non superiore al 25% della scogliera finita; il restante volume (non inferiore al 15%) verrà riempito con getto di calcestruzzo.

I litoidi dovranno essere sistemati in modo da ottenere la sagoma di progetto, procedendo eventualmente a sbazzature a mezzo di mazza e scalpello. Le pietre di dimensioni maggiori vanno situate nella parte bassa dell'opera.

La litologia del pietrame da utilizzare è quella locale così come descritta nell'Art. MURATURE IN PIETRA. Per la realizzazione della scogliera si dovrà procedere con le seguenti lavorazioni:

- sagomatura dello scavo con pendenza non superiore a 45°;
- regolarizzazione del piano di appoggio;
- realizzazione del piede di fondazione in massi allo scopo di evitare la rimobilizzazione del pietrame in elevazione (altezza e interrimento al di sotto della quota di fondo alveo secondo gli elaborati grafici di progetto);
- realizzazione del corpo in elevazione della scogliera (pietrame e intasamento in calcestruzzo come sopra descritto) con pendenze esterne variabili in continuo dalla pendenza di 45° di scarpata di alveo naturale fino al muro d'ala dello scatolare;
- ripristino delle arginature a tergo e di un efficiente collegamento con le scarpate in terra naturale.

Il rivestimento del fondo alveo per il tratto di raccordo tra le due scogliere deve essere realizzato in continuo tra le stesse in pietrame con massi di dimensioni tali che, intasati con il calcestruzzo, determinino uno spessore di almeno 30 cm.

27.3 CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER I COMPLETAMENTI DI OPERE D'ARTE

La Direzione Lavori può ordinare ulteriori prove di controllo da effettuarsi presso laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Art. 28 - SISTEMAZIONI IDRAULICHE

28.1 FOSSI DI GUARDIA

La difesa idraulica del corpo stradale si realizza mediante opere atte ad agevolare lo smaltimento delle acque meteoriche, impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, assicurare la stabilità delle scarpate.

Le acque defluenti dal corpo stradale o dall'esterno (per esempio dal pendio, per strade a mezza costa o in trincea) vengono raccolte in canali, detti fossi di guardia che sono in scavo naturale.

Dovranno essere eseguite scrupolosamente le sezioni di progetto nel rispetto delle sezioni idrauliche e delle quote, al fine di garantire il regolare deflusso delle acque.

28.2 TUBAZIONI

28.2.1 Caratteristiche dei materiali

Le tubazioni per la raccolta e lo smaltimento delle acque dal corpo stradale sono di norma realizzate in conglomerato cementizio vibrato (C.A.V.), o in P.V.C. rigido.

Le tubazioni in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio vibrato e centrifugato a pressione costante, con dimensione massima dell'inerte grosso pari a 1/4 dello spessore della parete del tubo e $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$.

Le tubazioni in C.A.V. devono avere sezione a corona circolare di spessore uniforme, superfici interne lisce e prive di irregolarità, sagomatura delle testate a maschio e femmina per costituire giunto di tenuta che deve essere sigillato in opera con malta di cemento o con guarnizioni.

Le tubazioni in P.V.C. rigido devono essere costituite da elementi in policloruro di vinile non plastificato con giunti a bicchiere che devono essere sigillati a collante o con guarnizioni di tenuta a doppio anello asimmetrico in gomma. Devono rispondere per tipo e caratteristiche alle norme UNI 7447-75 tipo 303 e per i controlli alle norme UNI 7448-75. Ogni elemento deve riportare il "marchio di conformità" I.I.P. n° 103 UNI 312.

28.2.2 Modalità di posa in opera

I tubi devono essere calati negli scavi con mezzi adeguati a preservarne l'integrità e disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni.

Salvo quanto riguarda la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse della tubazione unisca con uniforme pendenza diversi punti fissati con appositi picchetti, così da realizzare esattamente l'andamento planimetrico ed altimetrico stabilito nelle planimetrie e nei profili di progetto o comunque disposti dalla Direzione Lavori.

Non sono tollerate contropendenze in corrispondenza di punti in cui non fossero previsti scarichi; ove ciò si verificasse, l'Impresa a proprie spese deve rimuovere le tubazioni e ricollocarle in modo regolare come da progetto.

Nessun tratto di tubazione deve essere posato in orizzontale. I bicchieri devono essere possibilmente rivolti verso la direzione in cui procede il montaggio, salvo prescrizioni diverse da parte della Direzione Lavori.

Gli assi dei tubi consecutivi appartenenti a tratte di condotta rettilinea devono essere rigorosamente disposti su una retta. Si ammettono deviazioni fino ad un massimo di 5° (per i giunti che lo consentano) allo scopo di permettere la formazione delle curve a largo raggio. I tubi devono essere disposti in modo da poggiare per tutta la loro lunghezza.

Le tubazioni devono essere interrate in un cavo delle dimensioni previste in progetto, poste in opera su platea in conglomerato cementizio e rinfiancate con interposizione di un foglio di rete elettrosaldato $\varnothing 8$ maglia 20x20 opportunamente piegato per seguire la sagoma del tubo.

Il conglomerato per la platea ed i rinfianchi deve essere di classe $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$.

Tra tubazione e platea deve essere interposto uno strato di malta dosata a 400 kg/m^3 di cemento.

28.3 POZZETTI A CADITOIA

Le caditoie stradali sono dispositivi opportunamente sagomate che raccolgono le acque defluenti nelle cunette poste ai lati delle strade o ai bordi di superfici scolanti. Le caditoie sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato ispezionabile e manutenibile con un dispositivo di coronamento (griglia) o di chiusura (chiusino).

I pozzetti di raccolta delle acque sono costruiti in opera o sono prefabbricati. I pozzetti in opera possono essere realizzati in muratura o con conglomerato cementizio; le dimensioni e le caratteristiche dei materiali sono descritte negli elaborati di progetto.

I pozzetti in C.A.V. devono essere in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

- $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$;
- armatura con rete elettrosaldata in fili di acciaio del diametro e maglia adeguati;
- spessore delle pareti dei pozzetti non inferiore a 6,5 cm;
- predisposizione per l'innesto di tubazioni.

28.4 GRIGLIE E CHIUSINI

Le griglie ed i chiusini vengono impiegati a protezione di pozzetti e canalette. Tutti gli elementi costruttivi devono essere conformi alle norme UNI-EN 124.

Sui pozzetti per i quali sia previsto l'eventuale accesso di persone per lavori di manutenzione o simili, il passo d'uomo deve avere diametro superiore a 600 mm.

Griglie, chiusini ed i rispettivi telai di appoggio devono portare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o il nome del fabbricante.

La tipologia e le dimensioni sono indicate negli elaborati di progetto.

28.5 EMBRICI

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente $R_{CK} \geq 25 \text{ MPa}$, in elementi di $50/40 \times 50 \times 20 \text{ cm}$ e spessore 5 cm, o simili, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm.

Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle.

In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

Il prelievo dei manufatti per la confezione dei provini potrà essere fatto in ragione di un elemento di canaletta per ogni partita di 500 elementi o per fornitura numericamente inferiore.

28.6 CONTROLLI DELLE LAVORAZIONI PER LE SISTEMAZIONI IDRAULICHE

Per l'accettazione dei materiali, l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Produttore che attestino la rispondenza del materiale alle vigenti normative e alle prescrizioni progettuali.

La Direzione Lavori può ordinare ulteriori prove di controllo da effettuarsi presso laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Art. 29 - FINITURE STRADALI

29.1 CORDOLI E ZANELLE

29.1.1 Caratteristiche dei materiali

Devono essere realizzate con elementi prefabbricati di lunghezza non superiore a 1.00 m, di forma prismatica e con la sezione indicata in progetto sia per le zanelle, i cordoli spartitraffico e i cordoli per il contenimento di aiuole o marciapiedi. Gli elementi devono essere in conglomerato cementizio vibrato (C.A.V.), con $R_{ck} \geq 30 \text{ N/mm}^2$, presentare superfici in vista regolari e ben rifinite con dimensioni uniformi, dosature e spessore corrispondenti alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione senza screpolature e muniti delle eventuali opportune sagomature alle due estremità per consentire una sicura connessione, ed essere esenti da imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature. Gli elementi prefabbricati in calcestruzzo avranno sezione che sarà di volta in volta precisata dalla Direzione dei Lavori sulla base degli elaborati grafici.

29.1.2 Modalità di posa in opera

I manufatti prefabbricati devono essere posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura. I giunti devono essere stuccati con malta dosata a 400 Kg/mc di cemento.

La posa in opera sarà eseguita su platea in conglomerato cementizio con $R_{ck} \geq 25 \text{ N/mm}^2$, interponendo uno strato di malta dosata a 400 Kg/mc di cemento, che deve essere utilizzata anche per la stuccatura dei giunti.

Il prezzo comprende ogni onere e magistero necessario per dare il cordolo e la zanella in opera, ivi compreso il tracciamento, l'eventuale scavo necessario alla posa degli elementi e della relativa fondazione, il calcestruzzo costituente la fondazione ed il rinfiacco prescritto nei particolari costruttivi, la sigillatura dei giunti il montaggio in pezzi dritti o curvi, allineati in quota o inclinati per i passi carrabili e pedonali, gli oneri per l'eventuale taglio con disco a vicia per garantire la regolare curvatura dei pezzi nei tratti di curva a stretto raggio; in particolare per le punte delle aiuole spartitraffico dovranno essere utilizzati i pezzi speciali apposti in commercio.

Gli elementi verranno posati attestati, lasciando fra le teste contigue lo spazio di cm 0,5. Tale spazio verrà riempito di malta cementizia.

In corrispondenza di passi carrabili o pedonali, si provvederà ad inclinare i cordoli in modo tale da rispettare l'inclinazione del piano di calpestio del marciapiede, così come dettato dal DPR 503 del 24/7/1996

29.2 MASSELLI AUTOBLOCCANTI

29.2.1 Caratteristiche dei materiali

I masselli saranno di calcestruzzo vibrocompresso prodotti e controllati secondo le norme UNI 9065 parti 1[^]/2[^]/3[^] con finitura al quarzo, del colore a scelta della Direzione Lavori sulla base di quelli standard di produzione, dovranno essere non gelivi e delle dimensioni indicate in elenco prezzi o simili; con coefficiente di trasmissione meccanica (Ct) uguale a 4; coefficiente di aderenza alle facce laterali (Ca) >2; resistenza convenzionale a compressione N/mm² >60; massa volumica Kg/dm³ >2,2; assorbimento di acqua in % di peso %vol.<12; resistenza all'abrasione in classe 3; perdita in massa per rotolamento degli aggregati %peso <30%; tolleranza di spessore mm. ± 2 .

29.2.2 Posa in opera

La pavimentazione sarà posata a secco su letto di graniglia o sabbia (granulometria 3-7 mm) di spessore variabile secondo le dimensioni del massello e comunque come indicato in elenco prezzi; sarà disposto secondo il disegno e l'effetto estetico richiesto dalla Direzione Lavori. Gli elementi di bordo che non potranno essere inseriti integralmente saranno opportunamente tagliati con taglierina a spacco. La pavimentazione sarà successivamente battuta con apposita piastra vibrante e cosparsa in superficie di sabbia fine (granulometria 0-2 mm) pulita ed asciutta e la sua rimozione avverrà dopo un periodo di tempo sufficiente a garantire un corretto intasamento dei giunti.

29.3 MASSETTO MARCIAPIEDE

I marciapiedi avranno le caratteristiche dimensionali indicate nel progetto con relativa pendenza trasversale; il massetto in calcestruzzo, dovrà fungere da piano di appoggio della pavimentazione finale in masselli autobloccanti, lo spessore sarà quello indicato negli elaborati grafici.

Per quanto attiene alle caratteristiche del materiale si farà riferimento a quanto già descritto nel capitolo relativo ai calcestruzzi.

La posa in opera del calcestruzzo formante il massetto sarà eseguita dopo un'accurata preparazione del sottofondo ed una sua completa compattazione.

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione degli inerti; si dovrà prestare particolare attenzione alle condizioni climatiche, in modo particolare alle temperature esterne onde evitare maturazione dei getti in condizione di gelo; la granulometria terrà conto degli spessori da realizzare e la fluidità del calcestruzzo dovrà assicurare l'intasamento dei vuoti in ogni direzione, trattandosi di getti orizzontali; ove non presenti opere di contenimento quali cordoli e/o zanella, si dovrà provvedere a eseguire una cassetta laterale di sponda ad evitare sbordature; la superficie del getto sarà livellata in modo tale da consentire uno spessore uniforme delle sabbie o graniglie di appoggio dei masselli autobloccanti.

All'interno del massetto verrà interposta una rete elettrosaldata del tipo Fe B 44k, controllate in stabilimento, di diametro 8 mm, con distanza assiale di 20 cm., (per il controllo delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura si richiamano le norme di cui al capitolo relativo agli acciai); in fase di getto dovrà essere sollevata per evitare che si depositi sul fondo del massetto.

29.4 RINGHIERE

I parapetti da installare lungo i bordi esterni di marciapiedi, canali aperti, ecc., saranno realizzati come da progetto e, ove non diversamente prescritto, in acciaio a qualità controllata secondo le vigenti norme (non inferiore a Fe 360) e zincati a caldo a norma UNI 5744/66 o verniciati.

Qualora non vi siano indicazioni specifiche, essi saranno di norma costituiti da una serie di sostegni verticali in profilato metallico, correnti tubolari, orizzontali o paralleli al piano di calpestio, fissati ai sostegni e di cui il superiore, con funzione di corrimano, sarà posto ad altezza non inferiore a 1.00 m dal piano di calpestio.

I sostegni saranno di norma alloggiati, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o su piastre, sulle opere d' arte e fissati con malta a ritiro compensato o tiranti chimici.

Nel caso di collocazione del parapetto in zona presumibilmente sottoposta a notevole transito pedonale (zone urbane, collegamenti pedonali particolari, ecc.), la costituzione del parapetto dovrà essere tale da risultare inattraversabile da una sfera di diametro superiore a 100 mm.

I parapetti dovranno essere sottoposti a verifica statica, ai sensi della L. 1086/81, secondo i carichi previsti dalle vigenti normative.

Quando al di sotto ed all'esterno del parapetto si svolga un transito veicolare e/o pedonale, di modo che risulti possibile la caduta di oggetti dal piano di calpestio sui sottostanti veicoli e/o pedoni, dovranno essere previste idonee protezioni, costituite da fascia parapiede, pannelli in rete metallica, pannelli ciechi, ecc., secondo le indicazioni del progetto e della Direzione Lavori.

29.5 CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI DI FINITURE STRADALI

29.5.1 Cordoli e zanelle

Il calcestruzzo per il corpo dei manufatti dovrà avere una resistenza cubica a rottura a compressione semplice a 28 giorni di maturazione non inferiore a 30 N/mm². Il controllo della resistenza a compressione semplice del calcestruzzo a 28 giorni di maturazione dovrà essere fatto prelevando da ogni partita di 100 pezzi un elemento dal quale saranno ricavati 4 provini cubici di cm 10 di lato. Tali provini saranno sottoposti a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla D.L. e sarà assunta quale resistenza a rottura del calcestruzzo la media delle resistenze dei 4 provini.

Le operazioni di prelievo e di prova, da eseguire a cura della D.L., saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla D.L. e dall'Impresa. Nel caso che la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto (almeno 30 N/mm²), 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.

29.5.2 Autobloccanti

La Direzione Lavori potrà richiedere al fornitore la scheda tecnica relativa ai materiali da posare in opera e/o la certificazione attestante la qualità del materiale.

Art. 30 - OPERE IN 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.

30.1 SEMINA A SPRUZZO (IDROSEMINA)

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, dovranno essere seminate a spruzzo, in periodo umido (autunno o primavera), 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 2.500; torba, litri 5.000; seme, kg 180; acqua, litri 1.000. Qualora il terreno sia

molto acido occorre aggiungere calce spenta (ad esempio per portare 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 recintate.

30.2 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 cm 20x30, in cui sotterrare le estremità della rete, ripiegate per cm 20. La rete andrà tenuta molle sul terreno durante lo srotolamento, con sormonti tra i teli di cm 10.

La rete 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 m.

30.3 SISTEMAZIONE DEL TERRENO ACCANTONATO DAGLI SCAVI

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, sarà prelevato dai cumuli di accantonamento in fase di scavo, ben sminuzzato, evitando l'utilizzo di zolle compatte argillose, sarà caricato, trasportato, scaricato e sistemato secondo il profilo di progetto nelle scarpate del rilevato della variante con l'ausilio di mezzi meccanici per uno spessore di cm. 30 su entrambi i lati e all'interno delle rotatorie con baulatura del 15% come indicato negli elaborati grafici spianato e configurato in superficie.

Art. 31 - SEGNALETICA STRADALE

31.1 SEGNALETICA ORIZZONTALE

La segnaletica orizzontale presente sul tracciato stradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal D.L. 30.04.1992 n. 285 "Nuovo Codice della Strada", dal D.P.R. 16.12.92 n.495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada" e successive modifiche e dai disegni esecutivi di progetto.

31.1.1 Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

Pitture

Possono essere di due tipi:

1. idropitture con microsfere di vetro post-spruzzate; la pittura deve essere costituita da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi, il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua; Il residuo volatile è considerato pari al 25%;
2. pitture a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate; la pittura deve essere costituita da una miscela di resine e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi, da microsfere di vetro; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei. Il residuo volatile è considerato pari al 25%.

Termoplastico

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro, premiscelate e post-spruzzate, da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

Laminati elastoplastici

I laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione possono essere di tre tipi:

1. per applicazioni provvisorie;
2. per applicazioni poco sollecitate;
3. per applicazioni altamente sollecitate.

I prodotti vernicianti sono distinti in tre livelli di applicazione le cui proprietà rispondono a differenti standard qualitativi:

1° Livello applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate (provvisorio, emergenza, fuori stagione, condizioni atmosferiche particolari): prodotti di tipo "a" (pitture-idropitture)

Con questi prodotti possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per piccoli tratti (rappezzi);
- segnaletica su pavimentazioni da ricoprire (strato di binder);
- segnaletica inerente le intersezioni;
- segnaletica interna alle aree di servizio;
- zebrature;
- fascioni di arresto;
- scritte, frecce e simboli;
- ripasso striscia margine sinistro.

Per le lavorazioni di primo livello devono essere impiegate le idropitture o le pitture a solvente, secondo le disposizioni progettuali.

Nel caso di condizioni atmosferiche non compatibili con l'applicazione delle idropitture, su indicazione della Direzione Lavori, devono essere impiegate le pitture a solvente.

2° Livello applicazioni di routine: prodotti di tipo "b" (termoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

- segnaletica per la delimitazione delle corsie in condizioni normali;
- doppia bianca svincoli.

3° Livello applicazioni particolari: prodotti di tipo "b"- "c" (termoplastico-antinebbia-elastoplastico)

Con questi materiali possono essere realizzati i seguenti lavori:

tipo c 1

- segnaletica in entrata ed uscita cantieri di lunga durata;

tipo c 2

- margine sinistro della carreggiata;
- margine destro della carreggiata;
- zebraure;

tipo c 3

- strisce discontinue;
- margine destro;
- scritte, frecce e simboli;
- fascioni di arresto;
- linea di arresto in presenza del segnale "dare precedenza"

31.1.2 Caratteristiche dei materiali

Vengono di seguito definiti i requisiti ai quali tutti i materiali impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

Valori minori a quelli richiesti sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera e questa, in termini di visibilità notturna, antiscivolosità ecc. deve essere mantenuta per tutta la vita utile prevista.

Le caratteristiche prestazionali richieste sono:

- colore;
- visibilità notturna;
- abrasibilità;
- tempo di essiccazione.

Colore

Il colore della pittura è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; è definito mediante le coordinate tricromatiche riferite al diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931 (Commission International d'Eclairage).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita utile, all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

Colore	Coordinate tricromatiche				
	x	y	z	x	y
Bianco	x	0,36	0,31	0,29	0,34
	y	0,36	0,31	0,33	0,38
Giallo	x	0,44	0,55	0,47	0,39
	y	0,40	0,46	0,54	0,43
Blu	x	0,08	0,150	0,210	0,14
	y	0,17	0,220	0,160	0,04
Giallo temporaneo	x	0,49	0,55	0,47	0,43
	y	0,43	0,46	0,54	0,48
Illuminante normalizzato D65, geometria 45/0					

Visibilità notturna

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore di retroriflessione.

Il valore di retroriflessione, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c, per tutta la loro vita utile di:

150 mcd.lux-1m-2.

Valore abrasibilità SRT

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza allo slittamento dovuto al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli.

Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita utile di:

50 SRT (british portable Skid Resistance Tester).

Tempo di essiccazione

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati:

- **Idropitture**

La pittura applicata sulla superficie stradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10 °C e +40 °C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15-20 min dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10 °C e con un umidità relativa inferiore a 80%.

- **Pittura termoplastica**

La pittura applicata sulla superficie stradale, alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30-40s per lo spruzzato ed entro 180-240s per l'estruso, dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 711-55.

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termorisaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

- **Laminato elastoplastico**

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15-20min dall'applicazione. Dopo la rullatura i laminati devono essere immediatamente trafficabili.

CARATTERISTICHE FISICO CHIMICHE DEI MATERIALI PER SEGNALETICA ORIZZONTALE

Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali di segnaletica orizzontale, riportate di seguito, devono essere considerate come proprietà di riferimento per la realizzazione dei prodotti segnaletici.

Idropitture post-spruzzate con microsferi di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):

1-	Massa volumica (T=25 °C)	1,65 - 1,7 g/cm ³
2-	Residuo non volatile	80% in peso ± 5%
3-	Quantità pigmenti (*)	45% in peso ± 5%
4-	Quantità di TiO ₂ (**)	25% in peso ± 5%
5-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m ²
6-	Ph	10 ± 0,5

Metodi per le prove: "2", "3", "4"

2-ASTM D-2832

3-F.T.M.S. 141a-4021

4-ASTM D-1394

(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere

(**) Riferito alla quantità di pigmenti

Pitture a freddo premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Massa volumica (T=20 °C)	1,6 - 1,9 g/cm ³
2-	Residuo non volatile	75 - 85/100 g
3-	Quantità pigmenti (*)	35 g/100 g
4-	Quantità di TiO ₂ (**)	30%
5-	Quantità microsfere premix	30%
6-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m ²

Metodi per le prove: "1", "2", "3", "4"

1-F.T.M.S. 141a-4184

2-ASTM D-2832

3-F.T.M.S. 141a-4021

4-ASTM D-1394

(*) Riferito a 100 g di prodotto esente da microsfere

(**) Riferito alla quantità di pigmenti

Pitture termoplastiche da applicarsi a spruzzo e/o estrusione premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro

Caratteristiche chimico-fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Massa volumica (T=20 °C)	1,8 - 2,1 g/cm ³
2-	Quantità di pigmenti (*)	6% in peso
3-	Quantità pigmenti+oli	20% in peso
4-	Quantità di legante (resina+oli)	20% in peso
5-	Quantità microsfere premix	20% in peso
6-	Quantità microsfere post-spruzzate	300 g/m ²

Metodi per le prove: "1", "2", "4"

1-F.T.M.S. 141a-4184

2-ASTM D-1394

4-BS 3262: Part.1: 1987

(*) Riferito solo al biossido di titanio (TiO₂)

Caratteristiche fisiche (per le tre pigmentazioni):		
1-	Punto di rammollimento	≥ 80 °C
2-	Punto di infiammabilità	≥ 230 °C
3-	Resistenza alle escursioni termiche	-25 °C +80 °C
4-	Grado di resistenza allo SKID TESTER	50 SRT

Metodi di prova per le prove "1", "4"
 1-BS 4692
 4-Road Research Note n. 27 (BS 3262:1976) append.G

Granulometria delle microsfere

TAVOLA - GRANULOMETRIE MICROSFERE DI VETRO					
PREMISCELATURA				POSTSPRUZZATURA	
TERMOPLASTICO E TERMOCOLATO		PITTURE A SOLVENTE			
n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante	n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante	n. Setaccio (ISO 565) standard (mm)	Materiale % passante
1,00	100,00	250,00	100,00	850,00	100,00
0,85	75 - 100	212,00	95-100	590,00	80-95
0,60	10 - 35	180,00	85-100	300,00	25-70
0,43	0 - 10	106,00	15-55	180,00	0-15
0,36	0 - 5	63,00	0-10		
FUSO 1		FUSO 2		FUSO 3	

- indice di rifrazione: > 1,52
- esigenze di Qualità (controllo visuale): minimo 85% di microsfere di vetro senza difetto (in numero)
 massimo 5% di graniglie di vetri (in numero);
- trattamento con silicone: senza;
- sfericità: minimo 80% per i trattenuti ai tre setacci più grandi minimo 75% per i trattenuti ai rimanenti setacci;
- trattamento microsfere post-spruzzate:

Le microsfere con cui si effettua la post-spruzzatura delle strisce, devono essere rivestite con agenti di accoppiamento specifici per il tipo di legante presente nel prodotto verniciante, al fine di aumentare l'aderenza tra le stesse microsfere ed il prodotto applicato.

Le granulometrie delle microsfere devono essere determinate secondo il metodo ASTM D-1214.

31.1.3 Posa in opera

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. È vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata con mezzi meccanici idonei, cercando, inoltre, di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo quanto stabilito dagli elaborati progettuali.

L'eventuale rimozione della segnaletica orizzontale deve essere eseguita con sistemi che prevedono l'impiego di mezzi meccanici, che non modifichino la regolarità della pavimentazione creando solchi (tipo pallinatrice), esplicitamente approvati dalla Direzione Lavori.

31.2 SEGNALETICA VERTICALE

La segnaletica verticale presente sul tracciato stradale, come risulta dagli elaborati di progetto, deve essere conforme a quanto stabilito dalle seguenti normative:

- D.Lgs. 30.04.1992 n.285 “Nuovo Codice della Strada”
- D.P.R. 16.12.1992 n.495 “Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada” e successive modifiche
- D.M. LLPP 31.03.1995 “Approvazione del disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti impegnate per la costruzione dei segnali stradali”
- Circ.M.LL.PP. 16.05.1996 n.2357 “Fornitura e posa di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale”
- Circ.M.LL.PP. 27.12.1996 n.5923 “Prescrizioni ed integrazioni alla Circ. 16.05.1996 n.2357 Fornitura e posa di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale”

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori autorizzati così come previsto dall'art.45 comma 8 del Nuovo Codice della Strada e artt.193, 194 e 195 del relativo Regolamento di esecuzione e di attuazione.

31.2.1 Caratteristiche dei materiali

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

Forme e dimensioni dei segnali

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi tab.II 16 DPR 495/92) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 100m.

Supporto metallico

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di alluminio tipo P-AL 99,5 (1050A- UNI 9001/2), di spessore variabile in relazione alle dimensioni del cartello. Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato.

Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- a) sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15min a temperatura di esercizio pari a circa 70°C;
- b) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosforocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375mg/mq (valore medio ottimale 270mg/mq) secondo le norme UNI 9921 relativo ai trattamenti di cromatazione e fosforocromatazione su alluminio e leghe;
- c) lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60° e +70°C;
- d) applicazione ad immersione di una mano di vernice di fondo (Wash Primer), spessore 25-35 µm;
- e) carteggiatura meccanica a secco con tela abrasiva a grana fine (220-240).

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

Rinforzo perimetrale del cartello

Deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 1cm, eccezione fatta per i dischi.

Rinforzo sul retro del cartello

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere piegate ad omega o a C, dimensionate e spaziate secondo quanto previsto dal progetto.

Saldatura elettrica per punti

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti sarà di 15cm) in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

In caso di utilizzo della traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100mm.

Attacchi

Le traverse di rinforzo sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori.

Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione.

Verniciatura sul retro e dei bordi a scatola del cartello

Deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una doppia mano di smalto a base di resine, cotto al forno (temperatura di cottura 140°C, spessore 25-35µm), di colore neutro opaco.

Faccia anteriore del cartello

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale con pellicola retroriflettente di classe 2.

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita, a seconda del tipo, con il "Vacuum applicator" o con l'adesivo presente nella pellicola stessa. Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente.

Traverse intelaiature

Per il collegamento tra i vari pannelli che compongono i segnali di grandi dimensioni, sono prescritte traverse in ferro a C, qualità EN 10025 - S235JR. Dette traverse, dalle dimensioni indicate dal progetto, devono essere complete di staffe, con attacco a morsetto, per il collegamento alle traverse in alluminio nella quantità necessaria.

Sia le traverse in ferro che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione.

Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticorodal sia in senso orizzontale che verticale saldati come precedentemente descritto. Gli angolari devono essere opportunamente forati e muniti di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile sufficienti ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

Pellicole retroriflettenti

Le pellicole retroriflettenti da impiegare devono rispondere alle caratteristiche prescritte dal D.M.LL.PP. 31.03.2005 n.1584.

Strutture per la segnaletica verticale - Qualità dei materiali

I prodotti di origine impiegati nella costruzione dei materiali che devono essere sottoposti a zincatura devono avere attitudine alla zincatura secondo quanto previsto dalla norma NF 35.503 Classe 1 e successiva norma europea EN 10025 riguardo alla designazione degli acciai.

Sostegni per cartelli

Devono essere in ferro tubolare qualità EN 10025 - S235JR.

Devono essere zincati a caldo per immersione; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di progetto, fermo restando la responsabilità dell'Impresa in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

Zincatura a caldo per immersione

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nelle presenti Norme Tecniche devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione. Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma C.N.R. - CEI n. 7-6 del Luglio 1968.

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 UNI 2013/74. I valori di zincatura prescritti dalla succitata norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m ²		Spessore dello strato di zinco μ m	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
A Traverse e morsetti Tubolari e staffe \varnothing 60 e \varnothing 90 Portali Profilato per delineatori in gal-lerie con marciapiede Tutti gli oggetti in acciaio a-venti 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78
B Tubolari \varnothing 48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio a-venti spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimi-labili alle classi C e D	400	350	57	50
C Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diame-tro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50

D Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diame-tro minore di 10 mm	300	250	43	36
--	-----	-----	----	----

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

- a) determinazione della massa dello strato di zinco;
- b) qualità dello zinco;
- c) spessore dello strato di zinco;
- d) uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- e) aderenza dello strato di zinco.

31.2.2 Posa in opera

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli, come prescritto dal D.Lgs. 285/92 e dal D.P.R.495/92.

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20m e massimo 1,80m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello. In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

La posa in opera della segnaletica deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

Nella installazione degli impianti segnaletici su terra, si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento secondo le indicazioni del progetto e comunque non inferiore alla classe Rck 20 MPa, delle dimensioni minime di 50x50x70cm per l'installazione del tubolare in ferro di sostegno.

Nei casi in cui, per sopraggiunti motivi non prevedibili al momento della progettazione, si ritenga che detta fondazione non sia idonea per la stabilità dell'impianto, l'Impresa deve opportunamente dimensionarla, apportare integrazioni e/o variazioni ai disegni di progetto che devono, comunque, essere approvati dalla Direzione Lavori.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente stato.

31.2.3 Garanzie di durata

L'Impresa deve comunque garantire quanto segue:

- a) le pellicole, applicate secondo le tecniche prescritte dal fabbricante e dalle presenti Norme, non dovranno presentare, per almeno 10 anni, per quelle retroriflettenti di classe 2, di esposizione all'esterno, alcuna decolorazione, (restando nelle coordinate dei limiti cromatici di cui alla tabella I del Decreto Ministeriale del 31.03.1995 n.1584) nessuna fessurazione, corrugamento, formazione di scaglie o bolle, cambio di dimensioni, segni di corrosione, distacco dal supporto o diminuzione dell'adesione;
- b) i supporti, le traverse, le staffe, i sostegni e tutti i materiali metallici che compongono l'impianto segnaletico, per almeno 10 anni di esposizione all'esterno, non dovranno presentare alcuna forma di ossidazione, nemmeno in piccole quantità;

- c) la posa in opera deve essere eseguita a perfetta regola d'arte e l'impianto segnaletico dovrà resistere al vento spirante a 150 km/h e non presentare per almeno 10 anni alcuna anomalia (distacco anche parziale di traverse, bulloni tranciati, staffe lente, ecc.).

31.3 CONTROLLI E PROVE SUI MATERIALI APPLICATI

31.3.1 Segnaletica orizzontale

I controlli relativi alle caratteristiche prestazionali dei materiali devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita utile. Tali verifiche dovranno essere effettuate tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

Le prove a cui dovranno essere sottoposti i prodotti potranno essere eseguite in laboratorio o in cantiere con strumentazione portatile in sito e/o con macchine ad alto rendimento ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori.

CONTROLLI IN LABORATORIO

Corrispondenza tra prodotto accettato e prodotto impiegato

Il controllo della rispondenza tra prodotto accettato e quello impiegato deve essere effettuato prelevando una campionatura di minimo 4kg dalle confezioni integre di pittura presenti sul cantiere o prelevando una pari campionatura dai serbatoi delle macchine operatrici e una quantità minima di 5kg di perline.

Questo prodotto deve essere sottoposto alle seguenti verifiche:

- determinazione del colore (coordinate tricromatiche);
- determinazione delle caratteristiche chimico fisiche;
- tempo di essiccazione;
- verifica della granulometria;
- verifica dell'indice di rifrazione;
- verifica della qualità delle perline.

Numero controlli

Tali prelievi devono essere effettuati per ogni tipo di materiale impiegato (pitture a freddo, termoplastico, ecc.) e per ogni partita pervenuta in cantiere.

CONTROLLI CON STRUMENTAZIONE PORTATILE IN SITO

Colore

I controlli delle coordinate tricromatiche devono essere eseguiti con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CIE 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$ e un angolo di osservazione di $0^{\circ} \pm 10^{\circ}$. Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica. La superficie minima misurata deve essere di 5cmq. Per superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a 5cmq, ad esempio 25cmq.

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

- a) linee longitudinali: deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.
- b) simboli: per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.
- c) lettere: per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.
- d) linee trasversali: per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, deve essere dato dalla media di cinque letture.

Visibilità notturna

I controlli dei valori di retroriflessione devono essere eseguiti con l'apparecchio "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di $86^{\circ} 30'$ e l'angolo di divergenza di 1° .

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

- a) linee longitudinali: deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri). In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.
- b) simboli: per ogni simbolo, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.
- c) lettere: per ogni lettera, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di tre letture.
- d) strisce trasversali: per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione deve essere dato dalla media di dieci letture.

Abradibilità

I controlli dei valori di abradibilità devono essere eseguiti con l'apparecchio "Skid Tester Resistance", consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di abradibilità deve essere dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

Controlli con strumentazione ad alto rendimento

I controlli devono essere eseguiti con l'apparecchiatura "Ecodyn" a geometria "ECOLUX - L.C.P.C." con un angolo di incidenza di $86^{\circ} 30'$ e l'angolo di divergenza di 1° .

I valori della visibilità notturna devono essere rilevati in continuo con un intervallo di 40cm, e devono essere restituiti con il loro valore medio per tratti omogenei di 100m.

Tali rilievi devono essere effettuati sulle strisce longitudinali continue e discontinue.

Devono essere effettuati minimo due controlli, nel corso della vita utile stabilita dal contratto.

PENALI

Qualora i risultati delle certificazioni relativi sia alla qualità che alla posa in opera dei materiali, ottenuti dalle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti a quanto prescritto dalle presenti Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

Certificazione di qualità

I materiali forniti da Produttori che non sono in possesso dei requisiti previsti dalla Circolare del Ministero LL.PP. 16.05.96 n.2357 e quanto altro espresso nelle presenti Norme, non saranno accettati.

Prodotti non approvati

L'uso di prodotti non approvati dalla Direzione Lavori comporterà il non pagamento dei lavori eseguiti.

Vita utile della segnaletica orizzontale

Durante il periodo della vita utile della segnaletica orizzontale, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e spese, a tutti i ripristini e rifacimenti che si dovessero rendere necessari (anche se non esplicitamente richiesto dalla Direzione Lavori) a causa della carenza, anche di una sola, delle caratteristiche prestazionali richieste, come indicato dalle presenti Norme.

31.3.2 Segnaletica verticale

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circ. LL.PP. 16.05.1996 n.2357 e successive modificazioni.

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.

Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Impresa, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma UNI CNR 10011/88.

Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione.

L'Impresa inoltre deve produrre alla Direzione Lavori le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI 8387.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nelle Norme Tecniche.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

PENALI

Qualora i risultati delle certificazioni, relativi alla qualità dei materiali ed alla realizzazione dei manufatti e/o i risultati delle prove predisposte dalla Direzione Lavori, non fossero rispondenti alle Norme Tecniche, dovranno essere applicati i seguenti provvedimenti.

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutte i segnali realizzati con forme e dimensioni diverse da quelle previste dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada ed a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di progetto.

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i materiali e/o strutture sia forniti che posti in opera, realizzati con qualità di acciaio diverse da quelle richieste.

Dovrà essere sostituita a cura e spese dell'Impresa tutta la bulloneria sia fornite che posta in opera, se non rispondente alla norma UNI 3740 classe 8.8.

Dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa tutte le strutture sia fornite che poste in opera, realizzate con saldature non conformi a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Dovranno essere applicate le penali sottoelencate sull'importo totale relativo alla fornitura della tipologia dei materiali ferrosi, presi in esame, se gli stessi presenteranno uno spessore di zinco inferiore a quanto previsto:

Variazione percentuale di quantità o qualità di protezione anticorrosiva in meno, rispetto al richiesto	Sanzione percentuale da applicarsi sul prezzo/i relativo all'opera non a norma
Fino al 10%	5%
Dal 10% al 20%	10%
Oltre il 20%	Sostituzione completa dei materiali

Dovranno essere sostituiti a cura e spese dell'Impresa tutti i segnali realizzati con lamiere di alluminio non rispondenti a quanto previsto nelle presenti Norme Tecniche.

Tutti i segnali realizzati con pellicole risultate non rispondenti a quanto previsto dalle Norme in vigore dovranno essere sostituite a cura e spese dell'Impresa.

Tutti i basamenti realizzati con dimensioni inferiori rispetto a quelli riportati negli elaborati progettuali dovranno essere rimossi e nuovamente realizzati a cura e spese dell'Impresa; potranno anche essere adeguati secondo le direttive indicate dalla Direzione Lavori.

Dovranno essere ad esclusivo carico e spesa dell'Impresa ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

Art. 32 - BARRIERE DI SICUREZZA

Per le barriere stradali metalliche di sicurezza la normativa di riferimento risulta essere la seguente:

- D.M. 4.05.1990 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";
- D.M.LL.PP. 18.02.1992 n.223 "Regolamento recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza" e successive modifiche
- Circ.LL.PP. 9.06.1995 n.2595 "Barriere stradali di sicurezza. D.M. 18.02.1992 n.223"
- D.M.LL.PP. 15.10.1996 "Aggiornamento del D.M. 18.02.1992 n.223, recante istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza"
- D.M.LL.PP. 3.06.1998 "Ulteriore aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e delle prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione"
- D.M.LL.PP. 11.06.1999 "Integrazioni e modificazioni al decreto ministeriale 3.06.1998, recante: - Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza".
- D.M. Infrastrutture 21.06.2004 n.2367 "Aggiornamento del D. 18.02.1992 n.223 e successive modificazioni"
- Direttiva M.Infrastrutture 25.08.2004 n.3065 "Criteri di progettazione, installazione, verifica e manutenzione dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali"

Le barriere saranno di norma posizionate lungo i bordi delle carreggiate stradali in base alla loro "classe di contenimento", risultante da regolare attestato di omologazione rilasciato dal Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti ai sensi del D.M. 18.02.92 n.223 e successive modificazioni.

Di norma, salvo situazioni particolari da valutare caso per caso, la barriera deve essere posizionata in modo da poter sviluppare, sottoposta ad urto, la deformazione minima prevista dal produttore sulla base delle prove effettuate.

A lavoro finito la barriera dovrà avere un andamento geometrico regolare, con l'elemento longitudinale principale di contenimento e ripartizione, perfettamente parallelo al bordo stradale, con eccezione delle zone indicate nelle planimetrie delle rotonde in cui, in funzione della visibilità delle intersezioni, il guard-rail deve essere allontanato dal bordo della banchina.

32.1 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

Ai fini della produzione ed accettazione, tutti i produttori dei dispositivi omologati devono essere specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme della serie EN ISO 9001 o 9002 ai sensi dell' art. 8 D.M. 3.06.1998 n.3256 - art. 5 D.M. 11.06.1999.

I materiali componenti e i suddetti dispositivi omologati dovranno avere le caratteristiche costitutive descritte nella documentazione presentata per l'omologazione e dovranno essere realizzati con le stesse caratteristiche di cui sopra, risultanti da una dichiarazione di conformità di produzione che nel caso di barriere con componentistica di più origini, dovrà riguardare ogni singolo componente strutturale.

Tale dichiarazione dovrà essere emessa dall'Impresa e controfirmata dal Direttore Tecnico della Ditta Produttrice a garanzia della rispondenza del prodotto ai requisiti di cui al "Certificato d'omologazione".

Questa dichiarazione dovrà essere associata, a seconda dei casi, alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo di qualità ed altro.

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, inoltre, anche dalle norme descritte nei successivi articoli.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni.

La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

32.1.1 Caratteristiche della barriera in legno e acciaio

Tutti gli elementi in legno dovranno essere realizzati in lamellare incollato (Glulam) di conifera (Douglas, Abete o altra specie), prodotto in conformità alla norma UNI EN 386-97 con requisiti di utilizzabilità in classe di servizio 2 o superiore secondo tale norma.

Gli elementi dovranno essere lavorati e piallati su tutte le fasce e a spigoli smussati per prevenire l'insorgere di scheggiature.

Tutte le parti in legno dovranno essere impregnate in autoclave secondo quanto riportato nelle norme UNI EN 351-98 (parti 1^a e 2^a) e UNI EN 599-99 (parti 1^a e 2^a), utilizzando sali organici ed inorganici di tipo "ecologico" privi di Cromo ed Arsenico.

Il prodotto preservante ed il processo di trattamento dovranno garantire l'utilizzabilità in classe di rischio 4 secondo UNI EN 335-93 (parti 1^a e 2^a).

Al fine di evitare la degradazione strutturale del legno sottoposto all'azione dei raggi UV e al tempo stesso conferire un gradevole colore che ne esalti le naturali caratteristiche estetiche, tutti gli elementi in legno dovranno essere trattati mediante impregnazione superficiale a base di resine e pigmenti metallici.

Gli elementi metallici dovranno essere realizzati in acciaio per impieghi strutturali a resistenza migliorata alla corrosione atmosferica S355JOWP (tipo "corten" grado B) secondo UNI EN 10155-95

Le metodologie di produzione, compresi i trattamenti preservanti del legno, dovranno essere documentate ed eseguite in conformità alla norma UNI EN ISO 9001-2000

Livello di contenimento $L_c=288$ KJ – Indice ASI < 1,0 – Larghezza utile W6.

32.1.2 Tolleranze dimensionali

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 7344/85. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito:

Lamiere o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,05$ mm;

Lamiere o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,10$ mm;

Lamiere o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa $\pm 0,15$ mm.

32.1.3 Unioni bullonate

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.

32.2 CONTROLLI DELLE CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO E DELLA BULLONERIA

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme EN UNI 10025.

Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti.

La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa il serraggio dei dadi con chiave dinamometri-ca tarata a 10 kg•m.

In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto.

Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resi-stenza strutturale degli impianti, l'Impresa sarà tenuta a sostituire i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

Art. 33 - IMPIANTI

33.1 FIBRE OTTICHE

Per il passaggio di cavi per telecomunicazioni o per altre infrastrutture digitali, così come prescritto dall'art.40 della L.166/2002, è previsto la realizzazione di cavidotti ispezionabili mediante la stesura sul rilevato, previa scavo da effettuarsi dopo la compattazione del rilevato stesso, di tubazioni per fibre ottiche in polifora formata da tubi in polietilene corrugato doppio strato, nel numero di sei del diametro di 63mm alla base e due del diametro di 125mm nella parte superiore, posati su letto di sabbia di almeno 10cm e rinfiancati in sabbia, con copertura di almeno 15cm sopra le tubazioni.

Dovranno essere eventualmente utilizzate apposite selle contenitrici per evitare attorcigliamenti delle condotte.

Per il passaggio su strutture gettate in opera i cavidotti saranno posizionati all'interno della soletta in calcestruzzo avendo l'accortezza di non interrompere l'armatura in acciaio.

Lungo la tubazione saranno predisposti pozzetti di giunzione per ispezione del cavidotto per

fibre ottiche, delle dimensioni interne di 120x60cm, di telaio esterno di 140x78cm e quattro coperchi triangolari con cerniera e chiave con apertura agevolata, murato a quota pavimentazione compreso scavo, rinfianco in calcestruzzo, elementi per arrivare a quota e chiusino in ghisa sferoidale.

Sono previsti inoltre pozzetti di manovra per derivazione cavidotto per fibre ottiche, delle dimensioni interne di 60x60cm, di telaio esterno di 75x78cm e due coperchi triangolari con cerniera e chiave con apertura agevolata, murato a quota pavimentazione, compreso scavo, rinfianco in calcestruzzo, elementi per arrivare a quota, chiusino in ghisa sferoidale.

Dopo la stesura delle tubazioni e la realizzazione dei pozzetti di giunzione e di manovra si procederà al riempimento degli scavi con lo stesso materiale utilizzato per il sottofondo del rilevato stradale.

33.2 CONTROLLI DELLE LAVORAZIONI PER LE SISTEMAZIONI IDRAULICHE

Per l'accettazione dei materiali, l'Impresa deve presentare alla Direzione Lavori i certificati rilasciati dal Produttore che attestino la rispondenza del materiale alle vigenti normative e alle prescrizioni progettuali.

La Direzione Lavori può ordinare ulteriori prove di controllo da effettuarsi presso laboratori di prova riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

PARTE SECONDA – NORME TECNICHE

III - NORME TECNICHE PER LE LAVORAZIONI

Art. 20 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	23
20.1 ACQUA	23
20.2 LEGANTI IDRAULICI	23
20.3 CALCI AEREE - POZZOLANE.....	24
20.4 GHIAIE - GHIAIETTI - PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - SABBIE PER STRUTTURE IN MURATURA ED IN CONGLOMERATI CEMENTIZI	24
20.5 PIETRISCHI - PIETRISCHETTI - GRANIGLIE - SABBIE - ADDITIVI DA IMPIEGARE PER PAVIMENTAZIONI.....	24
20.6 GHIAIE - GHIAIETTI PER PAVIMENTAZIONI.....	24
20.7 CORDONI - BOCCHETTE DI SCARICO - RISVOLTI - GUIDE DI RISVOLTO - SCIVOLI PER ACCESSI - GUIDE E MASSELLI PER PAVIMENTAZIONE.....	24
20.8 PIETRA NATURALE.LE PIETRE DA IMPIEGARE NELLE MURATURE E NEI DRENAGGI, GABBIONATE, ECC., DOVRANNO ESSERE SOSTANZIALMENTE COMPATTE ED UNIFORMI, SANE E DI BUONA RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE, PRIVE DI PARTI ALTERATE.	24
20.9 MATERIALI LATERIZI.....	25
20.10 MANUFATTI DI CEMENTO	25
20.11 MATERIALI FERROSI.....	25
20.12 TUBAZIONI.....	25
20.13 LEGNAMI.....	26
20.14 BITUMI - EMULSIONI BITUMINOSE.....	26
20.15 BITUMI LIQUIDI O FLUSSATI	26
20.16 MATERIALI PER OPERE IN VERDE.....	27
Art. 21 - DEMOLIZIONI.....	28
21.1 STRUTTURE E MANUFATTI.....	28
21.2 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.....	28
21.3 FRESATURA DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO CON IDONEE ATTREZZATURE	29
21.4 RIMOZIONI.....	29
Art. 22 - FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE.....	30
22.1 TRACCIAMENTI.....	30
22.2 PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DEL RILEVATO.....	30
22.3 SCAVI	31
22.3.1 Scavi di sbancamento.....	31
22.3.2 Scavi a sezione ristretta.....	32
22.4 RINTERRI E BONIFICHE.....	32
22.4.1 Rinterri	33

22.4.2	Bonifiche	33
22.4.3	Sistemazione superficiale.....	34
22.5	STRATO DI RINFORZO - ANTICAPILLARE	34
22.6	" RILEVATI	35
22.6.1	Rilevati in terra naturale.....	36
22.6.2	Rilevati in terra rinforzata.....	38
22.6.3	Rilevati con materiali riciclati	39
22.6.4	Rilevati con argilla espansa.....	50
22.6.5	Sottofondi.....	53
22.6.6	Pianificazione dei lavori	55
22.6.7	Stesa dei materiali per la formazione del rilevato	56
22.7	CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER IL CORPO STRADALE	58
22.8	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	62
22.8.1	Inerti.....	62
22.8.2	Confezionamento del misto granulare	63
22.8.3	Posa in opera del misto granulare.....	63
22.9	CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRATI IN MISTO GRANULARE	64
Art. 23 - FORMAZIONE DI STRATI IN MISTO CEMENTATO		65
23.1	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	65
23.1.1	Inerti.....	65
23.1.2	Legante.....	66
23.1.3	Acqua.....	66
23.1.4	Formazione e confezione delle miscele	67
23.1.5	Posa in opera delle miscele	68
23.1.6	Protezione superficiale	69
23.2	CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRATI IN MISTO CEMENTATO	69
Art. 24 - FORMAZIONE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO		71
24.1	STRATI DI BASE – BINDER - USURA	71
24.1.1	Inerti.....	71
24.1.2	Legante.....	72
24.1.3	Additivi	72
24.1.4	Miscela.....	74
24.1.5	Formazione e confezione delle miscele.	75
24.1.6	Preparazione delle superfici di stesa	76
24.1.7	Posa in opera delle miscele.	77
24.2	TRATTAMENTI SUPERFICIALI.....	79
24.2.1	Trattamento con bitume a caldo.....	79
24.2.2	Trattamento a caldo con bitume liquido.	80

24.2.3	Cordoli.....	81
24.2.4	Griglia composita in fibre di poliestere.....	81
24.3	CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO	82
Art. 25	- TOMBINI E MANUFATTI.....	84
25.1.1	Confezionamento e getto di conglomerati cementizi armati.....	84
25.2	IMPERMEABILIZZAZIONE	85
25.2.1	Caratteristiche dei materiali	85
25.2.2	Modalità di posa in opera.....	87
Art. 26	- STRUTTURE IN CALCESTRUZZO GETTATO IN OPERA	87
26.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	87
26.2	CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	88
26.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI	89
26.3.1	Cemento	89
26.3.2	Inerti	89
26.3.3	Acqua di impasto	91
26.3.4	Additivi e disarmanti.....	91
26.4	ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.....	91
26.4.1	Acciaio in barre ad aderenza migliorata - Fe B 44k - controllato in stabilimento ...	92
26.4.2	Reti in barre di acciaio elettrosaldate	92
26.4.3	Fili, barre, trefoli	92
26.4.4	Cavo inguainato monotrefolo.....	93
26.5	CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE.....	93
26.6	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE IN C.A.....	94
26.6.1	Confezione dei conglomerati cementizi.....	94
26.6.2	Trasporto.....	96
26.6.3	Posa in opera.....	97
26.6.4	Stagionatura - Disarmo – Modalità da seguire	99
26.7	IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	102
26.7.1	Guaine bituminose.....	103
26.8	DRENAGGIO A TERGO DI OPERE IN C.A.	103
26.9	CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER STRUTTURE IN CALCESTRUZZO GETTATO IN OPERA.....	104
26.9.1	Qualifica preliminare dei conglomerati cementizi	104
26.9.2	Controlli in corso d'opera	105
Art. 27	- COMPLETAMENTI DI OPERE D'ARTE.....	109
27.1	MURATURE IN PIETRA.....	109
27.2	SCOGLIERE.....	111

27.3	CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI PER I COMPLETAMENTI DI OPERE D'ARTE	111
Art. 28	- SISTEMAZIONI IDRAULICHE	112
28.1	FOSSI DI GUARDIA.....	112
28.2	TUBAZIONI	112
28.2.1	Caratteristiche dei materiali.....	112
28.2.2	Modalità di posa in opera	112
28.3	POZZETTI A CADITOIA.....	113
28.4	GRIGLIE E CHIUSINI.....	113
28.5	EMBRICI	113
28.6	CONTROLLI DELLE LAVORAZIONI PER LE SISTEMAZIONI IDRAULICHE.....	114
Art. 29	- FINITURE STRADALI.....	114
29.1	CORDOLI E ZANELLE.....	114
29.1.1	Caratteristiche dei materiali.....	114
29.1.2	Modalità di posa in opera	114
29.2	MASSELLI AUTOBLOCCANTI	115
29.2.1	Caratteristiche dei materiali.....	115
29.2.2	Posa in opera	115
29.3	MASSETTO MARCIAPIEDE.....	115
29.4	RINGHIERE.....	115
29.5	CONTROLLI NELLE LAVORAZIONI DI FINITURE STRADALI.....	116
29.5.1	Cordoli e zanelle.....	116
29.5.2	Autobloccanti	116
Art. 30	- OPERE IN VERDE	116
30.1	SEMINA A SPRUZZO (IDROSEMINA).....	116
30.2	GEORETI IN JUTA ANTIEROSIONE	117
30.3	SISTEMAZIONE DEL TERRENO ACCANTONATO DAGLI SCAVI	117
Art. 31	- SEGNALETICA STRADALE	117
31.1	SEGNALETICA ORIZZONTALE	117
31.1.1	Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale.....	117
31.1.2	Caratteristiche dei materiali.....	119
31.1.3	Posa in opera	122
31.2	SEGNALETICA VERTICALE	123
31.2.1	Caratteristiche dei materiali.....	123
31.2.2	Posa in opera	126
31.2.3	Garanzie di durata	126
31.3	CONTROLLI E PROVE SUI MATERIALI APPLICATI.....	127
31.3.1	Segnaletica orizzontale	127
31.3.2	Segnaletica verticale	129

Art. 32 - BARRIERE DI SICUREZZA	130
32.1 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI.....	131
32.1.1 Caratteristiche della barriera in legno e acciaio	131
32.1.2 Tolleranze dimensionali	132
32.1.3 Unioni bullonate	132
32.2 CONTROLLI DELLE CARATTERISTICHE DELL'ACCIAIO E DELLA BULLONERIA	132
Art. 33 - IMPIANTI.....	132
33.1 FIBRE OTTICHE	132
33.2 CONTROLLI DELLE LAVORAZIONI PER LE SISTEMAZIONI IDRAULICHE	133