

- COMUNE DI SAN FRANCESCO AL CAMPO -

**LAVORI DI REALIZZAZIONE ROTATORIA
ALL'INTERSEZIONE TRA LA S.P. 13 (VIA TORINO) E
LA S.P. 720 (VIA LOMBARDORE) NEL COMUNE DI SAN
FRANCESCO AL CAMPO – BORGATA CENTRO**

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

REV.	DESCRIZIONE-CONTENUTO	DATA	REDATTO	VERIFICATO
0	1° emissione	NOV. 2018	OC	OC

<u>IL PROGETTISTA:</u> <input checked="" type="checkbox"/> ARCH. Jr. CASTELLETTI O. <i>Città Metropolitana di Torino</i>	<u>NOME FILE:</u> <u>CODICE ID. STRADA:</u> S.P. 13/ S.P.720 <u>CODICE ID. COMMESSA:</u> 1803A
 <p>PROGETTO REDATTO dalla CITTA' METROPOLITANA DI TORINO Servizio Assistenza Tecnica Enti Locali</p>	<u>visto: IL DIRIGENTE DEL SERVIZIO</u> <input checked="" type="checkbox"/> Ing. Massimo VETTORETTI <i>Città Metropolitana di Torino</i>
<u>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:</u> <input checked="" type="checkbox"/> ARCH. V. POLZELLA <i>Comune di SAN FRANCESCO AL CAMPO</i>	<u>CODICE ID. OGGETTO:</u> 1803A_E_23_C <u>SCALA:</u>
<u>OGGETTO:</u> CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE TECNICA	<u>TAVOLA N°:</u> E.23

INDICE

PARTE SECONDA.....	4
PRESCRIZIONI TECNICHE.....	4
CAPO 13 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI.....	4
ART.59) CAPISALDI E TRACCIAMENTI.....	4
ART.60) RESPONSABILITA' DELL'IMPRESA NEL CORSO DEI LAVORI.....	4
ART.61) LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA.....	4
CAPO 14 - OPERE DI SCAVO E MOVIMENTO TERRA.....	5
ART.62) MOVIMENTI TERRA.....	5
ART.63) SCAVI.....	5
63a) <i>Scavo di sbancamento.....</i>	5
63b) <i>Scavi per ricalibrature d'alveo.....</i>	6
63c) <i>Scavi di fondazione.....</i>	6
63d) <i>Modalità esecutive degli scavi.....</i>	6
ART.64) TRATTAMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	7
64a) <i>Conferimento presso centro autorizzato.....</i>	7
64b) <i>Recupero rifiuti (artt. 214 – 216 d.lgs. 152/06).....</i>	7
64c) <i>Riutilizzo ai sensi degli artt. 185 e 186 d.lgs. 152/06 e s.m.i.....</i>	8
64d) <i>Documentazione di accompagnamento delle terre.....</i>	8
CAPO 15 - OPERE STRUTTURALI IN C.A.....	9
ART.65) CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE ED ARMATO.....	9
65a) <i>Scopo e campo di applicazione.....</i>	9
65b) <i>Oneri, prescrizioni generali, rif. legislativi e normativi.....</i>	9
65c) <i>Compiti e responsabilità.....</i>	9
65d) <i>Classificazione del calcestruzzo.....</i>	11
65e) <i>Caratteristiche dei costituenti del calcestruzzo.....</i>	14
65f) <i>Caratteristiche delle miscele.....</i>	15
65g) <i>Durabilità e resistenza dei calcestruzzi agli agenti esterni.....</i>	17
65h) <i>Produzione, trasporto, posa e stagionatura.....</i>	20
65i) <i>Casseforme, e finitura del calcestruzzo.....</i>	26
65j) <i>Controlli in corso d'opera sui calcestruzzi.....</i>	28
65k) <i>Prove di carico e collaudo statico.....</i>	33
65l) <i>Calcestruzzi in progetto.....</i>	33
ART.66) ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A.....	33
66a) <i>Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione.....</i>	33
66b) <i>Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati.....</i>	34
66c) <i>Forniture e documentazione di accompagnamento.....</i>	34
66d) <i>Acciaio per cemento armato B450C.....</i>	34
66e) <i>Reti e tralicci elettrosaldati.....</i>	35
66f) <i>Acciai inossidabili.....</i>	35
66g) <i>Acciai zincati.....</i>	35
66h) <i>Controlli di accettazione in cantiere.....</i>	36
66i) <i>Distanziatori in plastica per il mantenimento del copri ferro.....</i>	36
CAPO 16 - OPERE ACCESSORIE.....	37
ART.67) IMPERMEABILIZZAZIONE MURI.....	37
67a) <i>Guaine bituminose preformate armate.....</i>	37
67b) <i>Primer di adesione al supporto.....</i>	38
67c) <i>Massa bituminosa della guaina.....</i>	38
67d) <i>Armatura delle guaine.....</i>	38

67e)	Guaina preformata.....	39
ART.68)	BARRIERE STRADALI IN LEGNO-ACCIAIO.....	40
68a)	Barriera N2 infissa - bordo laterale.....	40
ART.69)	TUBAZIONI IN CLS VIBROCOMPRESSO.....	41
CAPO 17 -	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	42
ART.70)	ILLUMINAZIONE STRADALE.....	42
70a)	Disciplina dell'intervento.....	42
70b)	Corpo illuminante in progetto.....	42
70c)	Cavo elettrico.....	42
70d)	Sostegni.....	42
70e)	Plinti di fondazione dei sostegni.....	44
70f)	Chiusini in ghisa.....	44
70g)	Pozzetti prefabbricati.....	44
70h)	Modalità di esecuzione dei lavori.....	45
ART.71)	SMALTIMENTO DELLE ACQUE.....	51
71a)	Chiusini e griglie in ghisa sferoidale.....	51
71b)	Tubazioni in PVC (Policloruro di vinile) rigido per condotte.....	52
ART.72)	SOTTOSERVIZI E ISPEZIONI.....	52
72a)	Cavidotti.....	52
72b)	Chiusini in ghisa.....	52
72c)	Pozzetti di ispezione.....	53
CAPO 18 -	OPERE STRADALI, SOTTOFONDI E PAVIMENTAZIONI.....	54
ART.73)	FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE.....	54
73a)	Qualificazione dei materiali per la formazione del corpo stradale.....	54
73b)	Pianificazione dei lavori stradali.....	57
73c)	Esecuzione del corpo stradale.....	60
ART.74)	FORMAZIONE DI STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE.....	70
74a)	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	70
74b)	Accettazione e confezionamento del misto granulare.....	71
74c)	Posa in opera del misto granulare.....	72
74d)	Controlli.....	72
ART.75)	FORMAZIONE DI STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO.....	73
75a)	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	73
75b)	Accettazione e confezionamento delle miscele.....	76
75c)	Preparazione delle superfici di stesa.....	76
75d)	Posa in opera delle miscele.....	76
75e)	Controlli.....	77
ART.76)	FORMAZIONE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO.....	78
76a)	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	78
76b)	Accettazione e confezionamento delle miscele.....	83
76c)	Preparazione delle superfici di stesa.....	83
76d)	Posa in opera delle miscele.....	85
76e)	Controlli.....	86
ART.77)	GEOSINTETICI E GEOCOMPOSITI.....	87
77a)	Geotessili in tessuto non tessuto.....	87
ART.78)	RIPRISTINO DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI MANOMESSE.....	88
ART.79)	CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE.....	88
ART.80)	PRELEVAMENTO CAMPIONI DI BITUME.....	89
ART.81)	PROVE DI CARICO SU PIASTRA.....	89
ART.82)	MARCIAPIEDI E ISOLE DIVISORIE.....	89
82a)	Fondazione in cls e rete metallica elettrosaldata.....	89
ART.83)	CORDOLI IN CLS VIBROCOMPRESSO.....	90
83a)	Cordoli 12/15x25x100.....	90
ART.84)	GUIDE IN PIETRA.....	90
ART.85)	PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA DI LUSERNA.....	90
ART.86)	ELEMENTI DI ARREDO URBANO.....	91

86a)	<i>Paletti dissuasori.....</i>	<i>91</i>
86b)	<i>Transenne.....</i>	<i>91</i>
86c)	<i>Posa di transenne e paletti dissuasori.....</i>	<i>92</i>
ART.87)	SEGNALETICA STRADALE.....	92
87a)	<i>Segnaletica stradale verticale.....</i>	<i>92</i>
87b)	<i>Segnaletica stradale orizzontale.....</i>	<i>93</i>
CAPO 19 -	OPERE A VERDE.....	94
ART.88)	MATERIALE VEGETALE.....	94
ART.89)	MODALITA' DI ESECUZIONE.....	95
ART.90)	AMMENDAMENTO E CONCIMAZIONE.....	96
ART.91)	SEMINA DEI PRATI.....	96

PARTE SECONDA

PRESCRIZIONI TECNICHE

QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI, MODALITA' DI ESECUZIONE, DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE

CAPO 13 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Art.74) CAPISALDI E TRACCIAMENTI

Prima di iniziare i lavori per la formazione del corpo stradale, o di altre opere, l'Impresa dovrà materializzare l'intersezione a rotatoria di progetto, e le relative opere d'arte, materializzando i punti principali mediante picchetti in legno, fissando stabilmente i vertici d'asse ed i capisaldi di livellazione e tutti gli altri elementi occorrenti, mettendo a disposizione della Direzione Lavori gli strumenti necessari.

Dovrà, inoltre, picchettare i limiti degli scavi e dei rilevati stabilendo le modine e garbe necessarie e fissare con esattezza l'andamento delle scarpate e la posizione delle opere strutturali.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Impresa è obbligata a curare la perfetta conservazione, nonché l'immediato ripristino in caso di eventuale manomissione, di tutti gli elementi fissati (vertici, capisaldi, picchetti, ecc.).

Art.75) RESPONSABILITA' DELL'IMPRESA NEL CORSO DEI LAVORI

L'Impresa è responsabile di ogni danno causato a terzi ed è tenuta, senza alcun rimborso, a ripristinare i manufatti, le aree, le attrezzature, gli impianti, le piantagioni e i tappeti erbosi danneggiati nel corso dei lavori.

Art.76) LAVORI ESEGUITI AD INIZIATIVA DELL'IMPRESA

L'Appaltatore che nel proprio interesse o di sua iniziativa abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite.

Nel caso sia stato autorizzato per ragioni di necessità o convenienza da parte del Direttore dei Lavori l'impiego di materiali o componenti aventi qualche carenza nelle dimensioni, nella consistenza o nella qualità, ovvero sia stata autorizzata una lavorazione di minor pregio, viene applicata una adeguata riduzione del prezzo in sede di contabilizzazione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio e salve le determinazioni definitive dell'organo di collaudo.

CAPO 14 - OPERE DI SCAVO E MOVIMENTO TERRA

Art.77) MOVIMENTI TERRA

Le sezioni di rilievo dovranno essere chiaramente individuate in sito mediante opportuna picchettazione, tale da rendere riconoscibile la sezione anche una volta eseguiti i lavori. La distanza fra due sezioni dovrà essere tale da evidenziare ogni variazione sostanziale. Gli oneri per tutte le operazioni di rilievo e di misurazione sono a carico dell'Impresa.

Nel prezzo di tutti gli scavi si intendono compensati anche:

- l'esecuzione dello scavo anche in presenza d'acqua, compreso l'onere per gli eventuali aggettamenti con l'impiego di pompe;
- l'innalzamento, carico, trasporto e messa a rinterro o a rilevato del materiale scavato nelle aree individuate dalla Direzione Lavori, oppure il carico sui mezzi di trasporto, trasporto del materiale di qualsiasi entità proveniente dallo scavo, scarico e sistemazione entro le aree poste a disposizione dal Committente;
- i permessi, i diritti o canoni di discarica qualora fossero necessari;
- l'esecuzione di fossi di guardia e di qualsiasi altra opera per la deviazione delle acque superficiali e l'allontanamento delle stesse dagli scavi;
- l'esecuzione delle armature, sbadacchiature e puntellamenti provvisori delle pareti degli scavi compreso manodopera, noleggio e sfrido di legname, chioderia e quant'altro occorra per l'armatura ed il disarmo. Sono escluse invece le armature continue degli scavi tipo armature a cassa chiusa e palancole metalliche o simili ad infissione o marciavanti, da utilizzare a insindacabile giudizio della Direzione Lavori;
- l'eventuale mancato recupero, parziale o totale, del materiale impiegato nelle puntellature, nelle sbadacchiature e nelle armature suddette, e ciò anche se gli scavi fossero eseguiti per campioni;
- i maggiori oneri derivanti dagli allargamenti e dalle scarpate che si dovranno dare agli scavi stessi in relazione alle condizioni naturali ed alle caratteristiche delle opere;
- l'accurata pulizia delle superfici di scavo e la loro regolarizzazione;

I rilevamenti e la misurazione degli scavi agli effetti del pagamento saranno eseguiti in contraddittorio con l'Impresa prima dell'inizio dei lavori ed al momento della contabilizzazione.

Art.78) SCAVI

Le tipologie di scavo relative all'esecuzione di opere idrauliche e di sistemazione dei versanti sono individuate nel seguito.

78.a) Scavo di sbancamento

Per scavo di sbancamento si intende quello occorrente per lo spianamento del terreno su cui dovranno sorgere manufatti, per la regolarizzazione dei versanti in frana, per l'asportazione di materiali in alveo ed in generale qualsiasi scavo a sezione aperta in vasta superficie che permetta l'impiego di normali mezzi meccanici od ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo, sia pure con la formazione di rampe provvisorie, che saranno eseguite a carico dell'Impresa. Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovino al di sotto del piano di campagna o sotto il fondo alveo quando gli scavi stessi rivestano i caratteri sopra accennati, come ad esempio la realizzazione del cassonetto al di sotto del piano di posa dei rilevati arginali, di difesa sponale o di quello stradale. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori, per il

successivo utilizzo. In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scervo da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

78.b) Scavi per ricalibrature d'alveo

Per scavo di ricalibratura dell'alveo si intende quello da eseguirsi per risagomare la sezione trasversale del corso d'acqua secondo i disegni di progetto. Tali operazioni andranno svolte esclusivamente per quei tratti d'alveo indicati nelle tavole progettuali. Lo scavo andrà eseguito anche in presenza di acqua e i materiali scavati, se non diversamente indicato dall'Ufficio di Direzione Lavori, andranno accumulati in aree indicate ancora dall'Ufficio di Direzione Lavori.

In quest'ultimo caso, sarà onere dell'Impresa provvedere a rendere il terreno scervo da qualunque materiale vegetale o in genere estraneo per l'utilizzo previsto.

Il prezzo comprende, oltre a tutti gli oneri richiamati all'art. Art.77) , il trasporto del materiale, lo scarico e la sistemazione entro l'area del cantiere.

Lo scavo per ricalibrature d'alveo sarà misurato e compensato a volume di materiale in posto prima dello scavo, computato con il metodo delle sezioni ragguagliate o in alternativa con rilievo celerimetrico in continuo.

78.c) Scavi di fondazione

Si definisce scavo di fondazione lo scavo, secondo i tipi di progetto, effettuato sotto il piano di sbancamento o sotto il fondo alveo, disposto per accogliere gli elementi di fondazione di strutture e le berme delle difese spondali in massi.

Terminata l'esecuzione dell'opera di fondazione, lo scavo che resterà vuoto dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'Impresa, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

78.d) Modalità esecutive degli scavi

L'Impresa eseguirà tutti gli scavi necessari alla realizzazione delle opere, sia a mano che a macchina, qualunque sia il tipo di materiale incontrato, tanto all'asciutto che in presenza d'acqua. Gli scavi saranno eseguiti in larghezza, lunghezza e profondità secondo quanto indicato nei disegni esecutivi o richiesto dalla Direzione Lavori.

Eventuali scavi eseguiti dall'Impresa per comodità di lavoro od altri motivi, senza autorizzazione scritta dall'Ufficio di Direzione Lavori, non saranno contabilizzati agli effetti del pagamento.

All'inizio dei lavori, l'Impresa dovrà provvedere, ove necessario, alla rimozione della vegetazione e degli apparati radicali ed al loro trasporto a rifiuto.

Gli scavi dovranno essere condotti in modo da non sconnettere e danneggiare il materiale d'imposta. L'Impresa prenderà inoltre tutte le precauzioni necessarie per evitare gli smottamenti delle pareti dello scavo, soprattutto in conseguenza di eventi meteorologici avversi e metterà in atto tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni alle persone ed alle opere e sarà obbligata a provvedere a suo carico alla rimozione delle eventuali materie franate. In ogni caso l'Impresa sarà l'unica responsabile per i danni alle persone ed alle opere che possono derivare da cedimenti delle pareti di scavo.

La manutenzione degli scavi, lo sgombero dei materiali eventualmente e per qualsiasi causa caduti entro gli scavi stessi sarà a totale carico dell'Impresa indipendentemente dal tempo che trascorrerà fra l'apertura degli scavi ed il loro rinterro, che potrà essere effettuato solo dopo l'autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori e con le modalità da questa eventualmente prescritte in aggiunta od in variante a quanto indicato in queste specifiche.

Le materie provenienti dagli scavi, ritenute inutilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, dovranno essere portate a rifiuto; tali materie non dovranno in ogni caso riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero sfogo e corso delle acque. Contravvenendo a queste disposizioni, l'Impresa dovrà a sue spese rimuovere e asportare le materie in questione.

Durante l'esecuzione dei lavori i mezzi impiegati per gli esaurimenti di acqua saranno tali da tenere a secco gli scavi.

Se l'Impresa non potesse far defluire l'acqua naturale, l'Ufficio di Direzione Lavori avrà la facoltà di ordinare, se lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei.

In relazione alle consistenti operazioni di movimentazione-terra, numerose e operate su più fronti, in terreni rimaneggiati e a stratigrafia conservata difficilmente distinguibili, potrà essere predisposta **l'assistenza archeologica in corso d'opera**. Tale assistenza, prestata da un archeologo qualificato ed in possesso dei requisiti di legge, potrà configurarsi anche come non continuativa, calibrata sulle opere di scavo e sulle aree coinvolte, ma operata secondo scadenze, concordate con la Soprintendenza Archeologia del Piemonte e definite operativamente con l'impresa appaltatrice stessa, in modo tale che si possa garantire le esigenze di tutela ed una tempestiva applicazione delle procedure previste nel caso di emersione di eventuali evidenze di tipo archeologico.

Il ritrovamento, in corso di scavo di evidenze di particolare interesse archeologico ed entità, potrà comportare varianti al cronoprogramma di esecuzione delle opere nonché la richiesta, da parte della Soprintendenza, di varianti progettuali a tutela di quanto rinvenuto.

In tale caso l'appaltatore avrà l'obbligo di sospendere tempestivamente i lavori e informare tempestivamente il Responsabile Unico del Procedimento e la Direzione Lavori.

Art.79) TRATTAMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

La normativa a riguardo delle terre e rocce da scavo è disciplinata dal D.Lgs. 152/06 s.m.i..

Si definisce terra e roccia da scavo il suolo proveniente da attività di scavo privo di sostanze pericolose contaminanti e/o materiale ultraleggero (materiale plastico, macerie, cls, metalli, ...).

Secondo la normativa vigente le terre e rocce da scavo sono rifiuti speciali (codice CER 170504) la cui gestione deve avvenire ai sensi della normativa in materia di gestione rifiuti (Parte IV del D.Lgs. 152/06 s.m.i.).

Tale normativa prevede che predetto materiale sia conferito presso un centro autorizzato dalla Provincia a ricevere e trattare specifico codice CER a meno di:

- attuare l'attività di recupero rifiuti ai sensi degli Artt. 214, 215, 216 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
- applicare gli Artt. 185 (riutilizzo presso il sito di produzione) e 186 (riutilizzo presso terzi siti) D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;

79.a) Conferimento presso centro autorizzato

Nel caso in cui si preveda il conferimento ad un centro autorizzato è necessario:

- individuare un centro autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo (CER 170504);
- individuare l'eventuale deposito temporaneo presso cantiere di produzione (non deve superare i 3 mesi o i 20 mc);
- il trasporto deve essere effettuato da ditte iscritte all'Albo Gestori Ambientali o dell'impresa previa richiesta all'Albo per il trasporto in conto proprio;
- emettere Formulario di Identificazione per il trasporto.

Prima dell'inizio delle operazioni di scavo il centro autorizzato prescelto deve essere comunicato alla stazione appaltante per le necessarie verifiche.

Per il conferimento a discarica del materiale questo dovrà obbligatoriamente essere sottoposto a **caratterizzazione ed analisi** ai sensi del Decreto Ministeriale 03/08/2005 "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio - Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica"; lo stesso materiale dovrà inoltre essere **classificato** ai sensi della Delibera del Comitato Interministeriale del 27/07/1984 "Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982 n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti".

79.b) Recupero rifiuti (artt. 214 – 216 d.lgs. 152/06)

Nel caso in cui la gestione delle terre e rocce da scavo avvenga mediante recupero dei rifiuti la normativa di riferimento è:

- D.M. 5/2/1998 e s.m.i.;

- D.Lgs. 152/06 e s.m.i. Artt. 214 – 216

- Regolamento procedimento relativo alle comunicazioni di inizio attività per il recupero di rifiuti speciali non pericolosi, ai sensi dell'art. 33 del D.Lgs 22 febbraio 1997 n. 22 approvato con D.C.P. 220732/2001 del 20/12/2001.

L'istanza a procedere secondo tale gestione delle terre e rocce da scavo deve essere rivolta allo Sportello Ambiente della Provincia.

79.c) Riutilizzo ai sensi degli artt. 185 e 186 d.lgs. 152/06 e s.m.i.

L'art. 185 prevede che le terre e rocce da scavo non contaminate provenienti dall'attività di scavo possano essere riutilizzate a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui sono state scavate.

L'art. 186 prevede che, alle determinate e verificate condizioni del comma 1 del medesimo articolo, le terre e rocce da scavo possano essere riutilizzate nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti oppure in cicli industriali in qualità di sottoprodotti di cava, ai sensi del comma 1, lett. p, art. 183 D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

79.d) Documentazione di accompagnamento delle terre

All'interno delle aree di cantiere non può entrare alcun carico di terra privo della seguente documentazione di accompagnamento:

- bolla di trasporto, se il terreno è acquisito quale materia prima (es. direttamente dalla cava di produzione);
- bolla di trasporto, se il terreno è acquisito quale materia prima seconda proveniente da impianti di recupero rifiuti;
- formulario di identificazione rifiuti, se il terreno proviene da impianti od attività di recupero rifiuti;
- dichiarazione di riutilizzo della terra da scavo prodotta in altro cantiere, con esclusione dal regime rifiuti;
- documento di trasporto definito in sede di approvazione, ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs. 152/2006, del progetto di recupero terre di scavo, se il terreno proviene da altro intervento edilizio.

CAPO 15 - OPERE STRUTTURALI IN C.A.

Art.80) CONGLOMERATO CEMENTIZIO SEMPLICE ED ARMATO

80.a) Scopo e campo di applicazione

Le presenti prescrizioni definiscono le condizioni operative per ottenere definite caratteristiche prestazionali del calcestruzzo. Esse si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione della Legge 5 novembre 1971, n. 1086, del D.M. 14/01/2008 e delle disposizioni di legge vigenti in merito a leganti, aggregati, acqua d'impasto, additivi e aggiunte.

In particolare si intendono valide e recepite le indicazioni riportate nelle UNI EN 206-1 e UNI 11104 per quanto non in contrasto con le Norme Tecniche sopracitate. Le prescrizioni si applicano ai soli calcestruzzi confezionati con aggregati di peso normale, definiti dalla norma UNI EN 206-1 e UNI 11104 con "struttura chiusa", cioè tali da non contenere, allo stato compattato, una quantità d'aria maggiore di quella consentita al successivo paragrafo 80.f.

Le prescrizioni si applicano ai calcestruzzi utilizzati per la realizzazione di strutture gettate in situ, strutture prefabbricate e componenti strutturali prefabbricati per edifici e strutture di ingegneria civile, confezionati in cantiere, preconfezionati o prodotti in un impianto per componenti di calcestruzzo prefabbricato.

80.b) Oneri, prescrizioni generali, rif. legislativi e normativi

Al fine di verificare la rispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo alle specifiche prefissate, l'Appaltatore dovrà eseguire o far eseguire le prove e i controlli previsti dalle presenti prescrizioni, così come quelli integrativi richiesti dal Direttore dei Lavori o dal Collaudatore in base a motivate esigenze tecniche. Le prove saranno normalmente eseguite in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura. Per tutti i tipi di prova l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera e le attrezzature e predisporre eventuali opere provvisorie in quantità e tipologie adeguate all'esecuzione delle prove medesime.

Tutti gli oneri diretti e indiretti derivanti dall'applicazione delle presenti prescrizioni, compresi quelli necessari per il prelievo, confezionamento e trasporto dei campioni di materiali da sottoporre a prove, nonché i costi di esecuzione di queste ultime si intendono compresi e compensati dai prezzi contrattuali. Per consentire l'esecuzione delle prove di cui al capitolo 8 in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà fare riferimento a uno o più laboratori. Le prove previste ai sensi della Legge 1086 e relativi Decreti di attuazione dovranno essere effettuate solo presso Laboratori Ufficiali o Autorizzati ai sensi dell'art. 20 della Legge 1086/71.

80.c) Compiti e responsabilità

Il calcestruzzo va di regola specificato come "miscela progettata" con riferimento alle proprietà richieste (calcestruzzo a prestazione).

Con "calcestruzzo a prestazione" secondo le Linee Guida sul calcestruzzo strutturale emanate nel dicembre 1996 dal Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici e la norma UNI 11104 si intende un calcestruzzo per il quale il Progettista ha la responsabilità di specificare le prestazioni richieste ed eventuali ulteriori caratteristiche e per il quale l'Appaltatore è responsabile della fornitura di una miscela conforme alle prestazioni richieste e alle eventuali ulteriori caratteristiche.

I dati fondamentali per i calcestruzzi a prestazione, specificati nel seguito, comprendono:

- a. classe di resistenza;

- b. dimensione massima nominale degli aggregati;
 - c. classe di esposizione ambientale;
 - d. classe di consistenza;
 - e. tipologia strutturale (calcestruzzo non armato, armato o precompresso);
- Potranno inoltre essere definite ulteriori caratteristiche quali:

1) caratteristiche della miscela:

- tipo, classe e contenuto minimo di cemento;
- contenuto d'aria
- contenuto di cloruri;
- sviluppo di calore durante l'idratazione;
- requisiti speciali per gli aggregati;
- requisiti speciali per la temperatura del calcestruzzo fresco;
- requisiti tecnici aggiuntivi;

2) caratteristiche del calcestruzzo indurito:

- resistenza alla penetrazione dell'acqua ai fini della permeabilità;
- resistenza ai cicli di gelo e disgelo;
- resistenza agli attacchi chimici;
- requisiti tecnici aggiuntivi.

Per la corretta applicazione delle presenti prescrizioni si definisce la suddivisione dei compiti fra le diverse figure che concorrono al progetto e alla realizzazione dell'opera.

Il Progettista, anche avvalendosi di tecnologi del calcestruzzo, dovrà:

- scegliere i valori di riferimento per le caratteristiche elencate al punto precedente;
- stabilire le grandezze oggetto di prova, i relativi metodi di prova e la frequenza delle prove stesse nell'ambito di quanto previsto nelle presenti Prescrizioni e prescrivere ciò che non sia stabilito per legge.

L'Appaltatore dovrà garantire che le caratteristiche delle miscele del calcestruzzo saranno in grado di soddisfare le indicazioni fornite dal Progettista. Qualunque proposta di variazione di tali indicazioni dovrà essere approvata dal Progettista.

Il Direttore dei Lavori, anche avvalendosi del supporto di specifiche strutture di controllo, dovrà:

- esaminare la documentazione fornita dal Progettista e dall'Appaltatore relativa alla prequalifica degli impasti di calcestruzzo;
- controllare, ove prevista, l'esecuzione delle prove sui costituenti del calcestruzzo e delle prove di qualifica delle miscele e valutarne i risultati;
- controllare l'esecuzione, in contraddittorio con l'eventuale fornitore, delle prove sul calcestruzzo fresco e indurito stabilite dal Progettista e/o previste nelle prescrizioni esecutive;
- soprintendere all'esecuzione delle prove per il "controllo di accettazione" descritto nelle norme tecniche di cui alla Legge 1086 [1];
- controllare la validità dei risultati ottenuti nelle prove del comma precedente;
- predisporre l'esecuzione di eventuali prove integrative, nel caso di riscontrate non conformità;
- trasferire le informazioni di ritorno al Progettista per eventuali adeguamenti e/o modifiche del progetto.

80.d) Classificazione del calcestruzzo

80.d.1) Classi di resistenza

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

La resistenza caratteristica cubica R_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm di lato, per aggregati con diametro massimo fino a 32 mm, o di 200 mm di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

La resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia C_{xx}/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} e yy il valore della resistenza caratteristica cubica R_{ck} , entrambi espressi in N/mm^2 ($1 N/mm^2 = 10 Kg/cm^2$).

Tab. 01 - Classi di resistenza del calcestruzzo
(Secondo UNI EN 206-1)

Classe di resistenza a compressione	Resistenza caratteristica cilindrica minima $f_{ck,cil}$ (N/mm^2)	Resistenza caratteristica cubica minima $f_{ck,cube}$ (N/mm^2)
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C79/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

80.d.2) Classi di esposizione ambientale

Ai fini di una corretta prescrizione del calcestruzzo, occorre classificare l'ambiente nel quale ciascun elemento strutturale risulterà inserito.

Per "ambiente", in questo contesto, si intende l'insieme delle azioni chimico-fisiche alle quali si presume potrà essere esposto il calcestruzzo durante il periodo di vita delle opere e che causa effetti che non

possono essere classificati come dovuti a carichi o ad azioni indirette quali deformazioni impresse, cedimenti e variazioni termiche.

Tab 02 - Classi di esposizione ambientale del calcestruzzo
Secondo UNI 11104 (Prospetto 1)

Denominazione Classe	Descrizione dell'Ambiente	Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi d'esposizione
1 – Assenza di rischio di corrosione o attacco		
X0	Per calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, o attacco chimico. Calcestruzzi con armatura o inserti metallici: in ambiente molto asciutto.	Interno di edifici con umidità relativa molto bassa. Calcestruzzo non armato all'interno di edifici. Calcestruzzo non armato immerso in suolo non aggressivo o in acqua non aggressiva. Calcestruzzo non armato soggetti a ciclo di bagnato asciutto ma non soggetto ad abrasione, gelo o attacco chimico.
2 - Corrosione indotta da carbonatazione		
<i>Le condizioni d'umidità si riferiscono a quelle presenti nel copriferro o nel ricoprimento di inserti metallici, ma in molti casi si può considerare che tali condizioni riflettano quelle dell'ambiente circostante. In questi casi la classificazione dell'ambiente circostante può essere adeguata. Questo può non esser il caso se c'è una barriera tra il calcestruzzo e il suo ambiente.</i>		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Interni di edifici con umidità relativa bassa. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con le superfici all'interno di strutture con eccezione delle parti esposte a condensa, o immerse in acqua.
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Parti di strutture di contenimento liquidi, fondazioni. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso prevalentemente immerso in acqua o terreno non aggressivo.
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità da moderata ad alta.
XC4	Ciclicamente asciutto e bagnato	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in esterni con superfici soggette ad alternanze di asciutto ed umido. Calcestruzzi a vista in ambienti urbani. Superfici a contatto con l'acqua non compresa classe XC2.
3 - Corrosione indotta dai cloruri, esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare		
XD1	Umidità moderata	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in superfici o parti di ponti e viadotti esposti a spruzzi d'acqua contenente cloruri.
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso in elementi strutturali totalmente immersi in acqua anche industriale contenente cloruri (Piscine).
XD3	Ciclicamente asciutto e bagnato.	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, di elementi strutturali direttamente soggetti agli agenti disgelanti o agli spruzzi contenenti agenti disgelanti. Calcestruzzo armato ordinario o precompresso, elementi con una superficie immersa in acqua contenente cloruri e l'altra esposta all'aria. Parti di ponti, pavimentazioni e parcheggi per auto.
4 - Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare		
XS1	Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto diretto con l'acqua di mare	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali sulle coste o in prossimità.
XS2	Permanentemente sommerso	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso di strutture marine completamente immerse in acqua.
XS3	Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea	Calcestruzzo armato ordinario o precompresso con elementi strutturali esposti alla battigia o alle zone soggette agli spruzzi ed onde del mare.
5 - Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza Sali disgelanti		

5 - Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza Sali disgelanti

Il grado di saturazione della seconda colonna riflette la relativa frequenza con cui si verifica il gelo in condizioni di saturazione:

Moderato: occasionalmente gelato in condizioni di saturazione

Elevato: alta frequenza di gelo in condizioni di saturazione

XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza agente antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con agente antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposte agli agenti antigelo. Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo

6 - Attacco chimico

Qualora il calcestruzzo sia esposto all'attacco chimico che si verifica nel terreno naturale e nell'acqua del terreno avente caratteristiche definite dal prospetto 2, l'esposizione verrà classificata come è indicato di seguito. La classificazione dell'acqua di mare dipende dalla località geografica; perciò si dovrà applicare la classificazione valida nel luogo di impiego del calcestruzzo.

Nota

Può essere necessario uno studio speciale per stabilire le condizioni di esposizione da applicare quando si è:

- *al di fuori dei limiti del Prospetto 2*
- *in presenza di altri aggressivi chimici*
- *in presenza di terreni o acque inquinati da sostanze chimiche*
- *in presenza della combinazione di elevata velocità dell'acqua e delle sostanze chimiche del Prospetto 2*

XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	

In funzione della Classe d'esposizione calcolata, è stato determinato il massimo rapporto a/c e la Rck minima, secondo la seguente Tabella 03

Tab 03 - Caratteristiche del calcestruzzo
Secondo UNI 11104

Classe di esposizione ambientale	Massimo Rapporto a/c	Rck minima (N/mm ²)
XF4	0.45	35
XS2 XS3 XA3	0.45	45
XD3	0.45	45
XF2 XF3	0.50	30
XC4 XS1 XA2	0.50	40
XD2 XF1	0.50	40
XC3 XA1	0.55	35
XD1	0.55	35
XC1,XC2	0.60	30

Le resistenze caratteristiche Rck di tabella 03 sono da considerarsi quelle minime in relazione agli usi indicati nella tabella 02. Le miscele non dovranno presentare un contenuto di cemento minore di 280 kg/mc. La definizione di una soglia minima per il dosaggio di cemento risponde all'esigenza di garantire in ogni caso una sufficiente quantità di pasta di cemento, condizione essenziale per ottenere un calcestruzzo indurito a struttura chiusa e poco permeabile. Nelle normali condizioni operative il rispetto dei valori di Rck e a/c di tabella 03 possono comportare dosaggi di cemento anche sensibilmente più elevati del valore minimo indicato.

Nel caso di calcestruzzi soggetti a cicli di gelo e disgelo (classi di esposizione ambientale XF) si dovranno applicare le prescrizioni integrative del punto 80.g.2

Nel caso di calcestruzzi soggetti ad attacco chimico (classi di esposizione ambientale XA) si dovranno applicare le prescrizioni integrative del punto 80.g.3

80.e) Caratteristiche dei costituenti del calcestruzzo

80.e.1) Cemento

Il cemento deve essere scelto, fra quelli considerati idonei, tenendo in considerazione:

- o l'esecuzione dell'opera
- o l'uso finale del calcestruzzo
- o le condizioni di maturazione
- o le dimensioni della struttura
- o le condizioni ambientali alle quali la struttura sarà esposta
- o la potenziale reattività degli aggregati agli alcali provenienti dai componenti

Potranno essere impiegati unicamente i cementi previsti nella Legge 26.5.65 n° 595 che soddisfino i requisiti di accettazione elencati nella norma UNI ENV 197/1, con esclusione del cemento alluminoso e dei cementi per sbarramenti di ritenuta.

I cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto per legge.

In caso di ambienti chimicamente aggressivi si dovrà far riferimento a quanto previsto nelle norme UNI 9606, UNI 9156 e UNI 10517 e al successivo punto 80.g.3

80.e.2) *Acqua d'impasto*

L'acqua d'impasto, di provenienza nota, dovrà avere caratteristiche costanti nel tempo, conformi a quelle della norma UNI EN 1008.

80.e.3) *Aggregati*

Gli aggregati impiegati per il confezionamento del calcestruzzo dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste nel UNI EN 12620 per gli aggregati normali e pesanti, ed al prEN 13055-1 per quelli leggeri.

Per aggregati potenzialmente reattivi agli alcali presenti nella miscela si applicano le prescrizioni del punto 80.g.2

80.e.4) *Additivi*

Gli additivi dovranno essere conformi a quanto prescritto nella norma UNI EN 934-2.

80.e.5) *Aggiunte*

Sono considerate idonee le aggiunte di tipo I (aggiunte inerti) costituite da filler conformi alla EN12620 e da pigmenti conformi alla EN 12878.

E' ammesso l'utilizzo di aggiunte definite nella norma UNI EN 206-1 di tipo II (aggiunte pozzolaniche o ad attività idraulica latente) costituite da ceneri volanti e fumi di silice, purché non vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali del calcestruzzo.

80.e.6) *Ceneri volanti*

Le ceneri volanti dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 450. Per ogni invio dovrà essere specificato il fornitore ed essere disponibile copia dei certificati delle prove eseguite.

80.e.7) *Fumi di silice*

I fumi di silice dovranno essere conformi al prEN13263 e costituiti da silice attiva amorfa presente in quantità maggiore o uguale all'85% del peso totale.

I fumi dovranno essere costituiti da particelle sferiche isolate con diametro compreso tra 0.01 e 0.5 micron, oppure da agglomerati o granuli secondari di diametro da 1 a 10 micron, avere aspetto di polvere asciutta o di sospensione acquosa. Per ogni invio dovrà essere specificato il fornitore ed essere disponibile copia dei certificati delle prove eseguite. Poiché i fumi di silice possiedono un elevato potere di ritenzione d'acqua, il loro impiego dovrà essere sempre associato a quello di additivi superfluidificanti. Nel caso di utilizzo dell'autobetoniera come mescolatore i fumi in polvere dovranno essere immessi contemporaneamente ad almeno il 50% dell'acqua totale, per formare una sospensione acquosa.

80.f) *Caratteristiche delle miscele*

La composizione del calcestruzzo (cemento, aggregati, acqua, additivi ed eventuali aggiunte) dovrà soddisfare le specifiche prestazionali, descritte nei capitoli 3 e 4 e nel presente capitolo, in merito a classe di resistenza, dimensione nominale massima dell'aggregato, classe di consistenza e classe di esposizione, con assenza di fenomeni di segregazione.

I calcestruzzi dovranno soddisfare le caratteristiche minime di resistenza e durabilità indicate nel progetto.

Nella scelta del tipo e della classe di cemento si dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione delle opere, della velocità di sviluppo della resistenza, del calore di idratazione e della velocità alla quale esso si libera.

Il contenuto minimo di cemento, ove definito, dovrà tenere conto delle condizioni ambientali di esposizione e delle prestazioni richieste.

80.f.1) Granulometria degli aggregati

Per la realizzazione di calcestruzzi con classi di resistenza maggiori di C12/15 (tabella 4.1) gli aggregati dovranno appartenere preferibilmente ad almeno tre classi granulometriche diverse. Nella composizione della curva granulometrica nessuna frazione potrà essere dosata in percentuale maggiore del 55%, salvo preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori.

Le classi granulometriche dovranno essere mescolate tra loro in percentuali tali da formare miscele rispondenti ai criteri di curve granulometriche di riferimento teoriche o sperimentali, scelte in modo che l'impasto fresco e indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, omogeneità, aria inglobata, permeabilità, ritiro e acqua essudata. Si dovrà adottare una curva granulometrica che, in relazione al dosaggio di cemento, garantisca la massima compattezza e la migliore lavorabilità del calcestruzzo.

80.f.2) Dimensione massima nominale dell'aggregato

La massima dimensione nominale dell'aggregato dovrà essere scelta in funzione dei valori di copriferro e interferro, delle dimensioni minime dei getti, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera utilizzati per la compattazione dei getti; la dimensione massima nominale dell'aggregato non dovrà essere maggiore:

- di un quarto della dimensione minima dell'elemento strutturale;
- della distanza tra le singole barre di armatura o tra gruppi di barre d'armatura (interferro) diminuita di 5 mm;
- di 1,3 volte lo spessore del copriferro.

80.f.3) Rapporto acqua/cemento

La quantità d'acqua totale da impiegare per il confezionamento dell'impasto dovrà essere calcolata tenendo conto dell'acqua libera contenuta negli aggregati. Si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN 1097/6 per la condizione "satura a superficie asciutta", nella quale l'aggregato non assorbe né cede acqua all'impasto.

Il rapporto acqua/cemento di ciascuna miscela dovrà essere controllato, anche in cantiere, con le modalità previste nella norma UNI 6393 almeno una volta ogni tre mesi o ogni 2.000 m³ di produzione: il rapporto a/c non dovrà discostarsi più di +0.02 dal valore verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

80.f.4) Lavorabilità

La lavorabilità, indice delle proprietà e del comportamento del calcestruzzo nell'intervallo di tempo tra la produzione e la compattazione dell'impasto nella cassaforma, viene comunemente valutata attraverso la misura della consistenza.

La consistenza, come la lavorabilità, è il risultato di più proprietà reologiche: di conseguenza può essere valutata sulla base del comportamento dell'impasto fresco con determinate modalità di prova.

Per la classificazione della consistenza del calcestruzzo si fa riferimento ai seguenti metodi:

- UNI EN 12350/1: prova sul calcestruzzo fresco- Campionamento
- UNI EN 12350/2: prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350/5: prova di spandimento alla tavola a scosse

I valori di riferimento per ciascun metodo di prova sono indicati nelle tabelle 04 e 05

Tab 04 - Classi di abbassamento al cono (slump)

Classe di consistenza	Abbassamento al cono mm
S1	da 10 a 40
S2	da 50 a 90
S3	da 100 a 150
S4	da 160 a 210
S5	≥ 220

Tab 05 - Classi di spandimento

Classe	Diametro Spandimento mm
F1	≤ 340
F2	da 350 a 410
F3	da 420 a 480
F4	da 490 a 550
F5	da 560 a 620
F6	≥ 630

Nella misura dell'abbassamento al cono possono verificarsi diverse condizioni di cedimento.

La prova è valida solo se dà luogo ad un abbassamento vero, il cui calcestruzzo rimane sostanzialmente intatto e simmetrico. Se il provino cede per taglio, deve essere preso un altro campione e ripetere la prova. Se due prove consecutive mostrano cedimento per taglio di una porzione di calcestruzzo rispetto alla massa del campione di prova, il calcestruzzo manca della plasticità e coesione necessarie affinché possa essere ritenuta idonea la prova di cedimento al cono.

Per raggiungere la giusta compattazione del getto in opera, la classe di consistenza del calcestruzzo al momento della posa dovrà essere sempre pari o superiore alla classe di abbassamento al cono S3 o alla classe di spandimento F4 o F5.

Classi di consistenza inferiori saranno ammesse, per particolari categorie di opere, solo se esplicitamente prescritte dal Progettista. Per i calcestruzzi impiegati nella prefabbricazione, ferme le altre caratteristiche si potrà derogare a tale prescrizione previa approvazione da parte del Direttore dei Lavori.

80.f.5) Acqua essudata

Il calcestruzzo non dovrà presentarsi segregato; ove vengano fissati un limite di accettazione e una frequenza di prova, la quantità di acqua essudata verrà misurata secondo la norma UNI 7122 [22].

80.g) Durabilità e resistenza dei calcestruzzi agli agenti esterni

80.g.1) Copriferro minimo e copriferro nominale

Ai fini di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro nominale c_{nom} è somma di due contributi, il copriferro minimo c_{min} e la tolleranza di posizionamento h . Vale pertanto: $c_{nom} = c_{min} + h$

I valori di copriferro minimo in funzione delle classi di esposizione del calcestruzzo di Tabella 02 sono indicati in Tabella 06. La tolleranza di posizionamento delle armature h , nel caso di strutture gettate in opera, dovrà essere assunta pari ad almeno 5 mm.

Il copriferro nominale dovrà essere specificato in tutte le tavole di progetto e nei documenti di calcolo.

Tabella 06 - Copriferro minimo e classi di esposizione

Ambiente	Classe di esposizione	c_{min} (mm)
Molto secco/ secco	X0	15
Umido senza gelo	XC1 XC2	20
Debolmente aggressivo	XC3 XA1 XD1	30
Umido con gelo	XF1	
Marino senza gelo Moderatamente aggressivo	XS1 XD2 XA2 XC4	
Umido con gelo e sali disgelanti	XF3	
Marino con gelo	XF2	
Fortemente aggressivo	XS2 XS3XA3 XD3 XF4	40

80.g.2) Calcestruzzi resistenti ai cicli gelo-disgelo

Per migliorare la resistenza dei calcestruzzi ai cicli gelo-disgelo l'impiego di additivi aeranti potrà essere autorizzato solamente se:

- gli additivi sono conformi alla norma UNI EN 934/2;
- l'immissione dell'aerante avviene contemporaneamente al caricamento di almeno il 50% dell'acqua aggiunta.
- Si dovrà evitare ogni disomogenea distribuzione delle microbolle d'aria nell'impasto, che possa comportare nella struttura volumi di calcestruzzo aventi caratteristiche variabili con conseguenti negative ripercussioni sulla resistenza e sulla durabilità dell'opera.
- La quantità percentuale d'aria inglobata, determinata sul calcestruzzo fresco prelevato dal getto dopo la vibrazione secondo UNI 6395, dovrà essere conforme alle indicazioni della tabella 07

Tabella 07 – Aria totale inglobata

	Attacco da cicli gelo/disgelo			
	XF1	XF2	XF3	XF4
Massimo rapporto a/c	0,50	0,50		0,45
Minima classe di resistenza	32/40	25/30		28/35
Minimo contenuto di cemento (kg/mc)	320	340		360
Contenuto minimo in aria (%)		3,0		
Altri requisiti	Aggregati conformi alla UNI EN 12620 di adeguata resistenza al			

	gelo/disgelo
--	--------------

Qualora prescritto dal Progettista, i calcestruzzi esposti a cicli gelo-disgelo dovranno essere sottoposti alla prova di determinazione della resistenza a degradazione secondo norma UNI 7087: la riduzione del modulo elastico non dovrà risultare superiore al 30% del valore iniziale del campione di riferimento.

Se l'importanza dell'opera o le condizioni di esposizione lo giustificano, il Progettista potrà richiedere prove di resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione, da eseguirsi in laboratorio con le modalità della norma UNI EN 12390/8 [25] su provini stagionati nelle stesse condizioni della struttura o su carote estratte dalla struttura al termine della stagionatura: la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

80.g.3) Reazioni alcali-aggregato

Il Progettista, in base all'esperienza locale o all'identificazione delle caratteristiche mineralogiche degli aggregati secondo quanto previsto nella norma UNI 8520, dovrà valutare la possibilità che si manifesti con effetti dannosi nel calcestruzzo la reazione chimica tra gli alcali (ioni sodio Na⁻ e potassio K⁺ presenti in tutti i costituenti delle miscele di calcestruzzo: cemento, aggregati, acqua, additivi e aggiunte) ed eventuali aggregati reattivi, e dovrà determinare il tipo di prevenzione da adottare per impedire il fenomeno.

Nel caso in cui si preveda che l'opera da realizzare possa risultare satura d'acqua, costantemente o frequentemente, le misure preventive adottabili sono:

- scelta di componenti della miscela a basso contenuto di alcali;
- sostituzione di una frazione o dell'intero aggregato reattivo con aggregato inerte;
- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte di tipo II o di idonei additivi a base di sali di litio.

80.g.4) Calcestruzzi esposti ad attacco chimico.

Ai fini di valutare l'eventuale attacco chimico a cui potrebbero essere sottoposti i calcestruzzi, al Committente compete l'onere del preventivo accertamento della presenza e della concentrazione nei terreni e nelle acque di agenti aggressivi di cui alla norma ISO 9690.

Sulla base della concentrazione di agenti aggressivi presenti, il Progettista dovrà individuare la classe di esposizione ambientale tra le classi XA1, XA2 e XA3 (Tabella 08).

Tabella 08 – Valori limite per le classi d'esposizione all'attacco chimico nel suolo naturale e nell'acqua del terreno
(Secondo UNIEN 206-1- Prospetto 2)

	XA1	XA2	XA3
Acqua nel terreno			
pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	4,5 - 4,0
ioni solfato SO_4^{--} mg/l	200 - 600	600 - 3000	3000 - 6000
CO_2 aggressiva mg/l	15 - 40	40 - 100	> 100 Fino a saturazione
ioni ammonio NH_4^+ mg/l	15 - 30	30 - 60	60 - 100
ioni magnesio Mg^{++} mg/l	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000 Fino a saturazione
Terreno			
ioni solfato SO_4^{--} mg/kg totale	2000 - 3000	3000 - 12000	12000 - 24000
Acidità ml/kg	> 200 Baumann Gully	Non incontrato in pratica	

Come riportato nel Prospetto 2 della UNI EN 206-1, la condizione più gravosa per ognuna delle condizioni chimiche determina la classe d'esposizione. Se due o più caratteristiche di aggressività appartengono alla stessa classe, l'esposizione sarà classificata nella classe più elevata successiva, salvo il caso che uno studio specifico provi che ciò non è necessario.

Nei calcestruzzi esposti ad attacco chimico la profondità media del profilo di penetrazione dell'acqua sotto pressione, determinata con le modalità previste nella norma ISO 7031 su carote prelevate dalla struttura, dovrà essere minore di 20 mm, ciascun valore dovrà essere minore di 50 mm.

80.g.5) Attacco chimico da parte dei solfati

I cementi dovranno avere la composizione specificata nella norma UNI 9156, nel caso di calcestruzzi in classe XA2 e/o XA3.

80.h) Produzione, trasporto, posa e stagionatura

Le prescrizioni dei punti "produzione" e "trasporto e consegna" non sono da ottemperare nel caso di impianto classificabile come "certificato".

80.h.1) Produzione

Impianto

I calcestruzzi dovranno essere confezionati in impianto avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni di cui ai punti denominati “cemento, aggregati, additivi, qualifica delle ricette”

La capacità dell'impianto dovrà essere commisurata alle produzioni previste dal programma dei lavori. L'impianto dovrà essere dotato di strumenti e attrezzature idonee a garantire il costante controllo dei dosaggi delle materie prime costituenti il calcestruzzo.

Cemento

Non è permesso mescolare fra loro cementi di diversa classe, tipo e provenienza; per ciascuna struttura dovrà essere impiegato cemento di un unico tipo e classe e provenienza.

Il cemento:

- se sfuso, dovrà essere conservato in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ciascun silos dovrà contenere un cemento di un unico tipo e unica classe e provenienza e sarà chiaramente identificato da appositi contrassegni;
- se in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto in ambiente chiuso; i sacchi di cemento di diverso tipo e/o classe verranno conservati separatamente e chiaramente identificati.

Aggregati

Gli aggregati dovranno essere disponibili in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni.

Il luogo di deposito dovrà essere di capacità adeguata e consentire lo stoccaggio senza commistione delle diverse pezzature.

Gli aggregati verranno prelevati in modo da garantire la rotazione dei volumi stoccati.

Additivi e aggiunte

Non è permesso mescolare fra loro additivi di diverso tipo e provenienza; gli additivi dovranno essere depositati in contenitori a tenuta e chiaramente identificati.

Le ceneri volanti dovranno essere conservate in silos che garantiscano la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica; ciascun silos dovrà essere identificato da appositi contrassegni.

Qualifica delle ricette

Tutte le miscele di calcestruzzo impiegate nell'opera dovranno essere qualificate con le procedure di cui al successivo capitolo 75.8. La qualifica non potrà prescindere dalla valutazione delle metodologie di autocontrollo adottate in fase di produzione.

Pesatura e mescolamento

Il cemento, l'acqua e gli additivi dovranno essere dosati con dispositivi separati con precisione pari a 3% della quantità richiesta (5% per le aggiunte).

Il cemento dovrà essere pesato con una bilancia indipendente. Il cemento e le aggiunte in polvere dovranno essere dosati a peso; l'acqua, gli additivi e le aggiunte liquide potranno essere dosati a peso o a volume.

Gli aggregati dovranno essere dosati per pesate singole o cumulative, con precisione pari a 3% sulla quantità totale.

Le tramogge contenenti le sabbie dovranno essere dotate di strumenti idonei a misurarne l'umidità all'inizio di ciascuna pesata, in modo da regolare automaticamente il dosaggio dell'acqua aggiunta. Nel luogo di produzione e in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e massima temperatura giornaliera dell'aria.

L'impianto dovrà essere periodicamente tarato per controllare l'accuratezza di ogni misura in tutto il campo di valori consentito da ogni strumento. Per la taratura delle apparecchiature di registrazione dell'umidità in automatico, il tenore di umidità media delle sabbie dovrà essere controllato almeno una volta alla settimana.

Dovrà essere predisposto un programma di controlli eseguito da personale qualificato: le bilance dovranno essere revisionate periodicamente e tarate almeno una volta all'anno.

L'impianto dovrà essere costruito in modo tale che i costituenti di un nuovo impasto non possano essere pesati finché non sia stata ultimata la pesata e lo scarico dei costituenti dell'impasto precedente.

L'operatore dell'impianto dovrà disporre di tabelle di carico riportanti le pesate cumulative dei singoli costituenti per tutte le miscele qualificate, e per le diverse quantità miscelate in funzione dell'umidità

media delle sabbie. Gli impasti dovranno corrispondere, in quantità e qualità, a quanto riportato sulle tabelle di carico.

Le betoniere dovranno essere esaminate trimestralmente per verificare l'eventuale diminuzione dell'efficacia della mescolazione dovuta sia ad accumulo di calcestruzzo indurito o di legante che all'usura delle lame.

80.h.2) Trasporto e consegna

Il trasporto del calcestruzzo dal luogo del confezionamento a quello d'impiego dovrà avvenire utilizzando mezzi e attrezzature idonee a evitare la segregazione dei costituenti l'impasto o il deterioramento dell'impasto stesso.

Ogni carico di calcestruzzo dovrà essere accompagnato da un documento di trasporto sul quale saranno indicati:

- la data e le ore di partenza dall'impianto, di arrivo in cantiere e di inizio/fine scarico;
- la classe di esposizione ambientale;
- la classe di resistenza caratteristica;
- un codice che identifichi la ricetta utilizzata per il confezionamento;
- il tipo, la classe e, ove specificato nell'ordine di fornitura, il contenuto di cemento;
- il rapporto a/c teorico;
- la dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi nominali trasportati.

A richiesta il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti agli incaricati del Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare la struttura cui ciascun carico è stato destinato.

La consistenza dell'impasto dovrà essere controllata contestualmente a ogni prelievo di materiale per le prove di resistenza, di massa volumica e del rapporto a/c. Tutte le prove dovranno essere eseguite sullo stesso materiale di prelievo, in contraddittorio tra le parti interessate alla fornitura.

Nel caso di calcestruzzo pompato, la consistenza dovrà essere misurata prima dell'immissione del materiale nel getto.

80.h.3) Posa in opera

Operazioni di getto

L'Appaltatore è tenuto a comunicare con dovuto anticipo al Direttore dei Lavori il programma dei getti indicando:

- il luogo di getto;
- la struttura interessata dal getto;
- la classe di resistenza e la classe di consistenza del calcestruzzo;

I getti potranno avere inizio solo dopo che il Direttore dei Lavori avrà verificato:

- preparazione e rettifica dei piani di posa;
- pulizia delle casseforme;
- posizione e corrispondenza al progetto delle armature e dei copriferri;
- posizione delle eventuali guaine dei cavi di precompressione;
- posizione degli inserti (giunti, water stop, ecc.).

Nel caso di getti contro terra si dovrà controllare con particolare cura che siano stati eseguiti, in conformità alle disposizioni di progetto:

- a pulizia del sottofondo;
- la posizione di eventuali drenaggi;
- la stesa di materiale isolante o di collegamento.

La geometria delle casseforme dovrà risultare conforme ai particolari costruttivi di progetto e alle eventuali prescrizioni aggiuntive.

In nessun caso si dovranno verificare cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento; in tale ultimo caso l'Appaltatore dovrà provvedere al loro immediato ripristino.

Prima del getto tutte le superfici di contenimento del calcestruzzo dovranno essere pulite e trattate con prodotti disarmanti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori; se porose, dovranno essere mantenute umide per almeno due ore prima dell'inizio dei getti. I ristagni d'acqua dovranno essere allontanati dal fondo.

E' esclusa la possibilità di qualunque aggiunta d'acqua al calcestruzzo al momento del getto.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti a evitarne la segregazione. E' ammesso l'uso di scivoli soltanto se risulterà garantita l'omogeneità dell'impasto in opera. L'impiego di benne a scarico di fondo e di nastri trasportatori dovrà essere autorizzato dal Direttore dei Lavori in funzione della distanza di scarico.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o della bocca del tubo convogliatore, non dovrà essere mai maggiore di 100 cm. Il calcestruzzo dovrà cadere verticalmente ed essere steso in strati orizzontali di spessore, misurato dopo la vibrazione, comunque non maggiore di 50 cm. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

A meno che non sia altrimenti stabilito, il calcestruzzo dovrà essere compattato con un numero di vibratori a immersione o a parete determinato, prima di ciascuna operazione di getto, in relazione alla classe di consistenza del calcestruzzo, alle caratteristiche dei vibratori e alla dimensione del getto stesso. Per omogeneizzare la massa durante il costipamento di uno strato i vibratori a immersione dovranno penetrare per almeno 5 cm nello strato inferiore.

Il calcestruzzo dovrà essere compattato fino ad incipiente rifluimento della malta, in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee, perfettamente regolari, senza vespai o nidi di ghiaia ed esenti da macchie o chiazze.

Le attrezzature non funzionanti dovranno essere immediatamente sostituite in modo che le operazioni di costipamento non vengano rallentate o risultino insufficienti.

Per getti in pendenza dovranno essere predisposti cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di calcestruzzo troppo sottili per essere vibrare efficacemente.

Nel caso di getti da eseguire in presenza d'acqua l'Appaltatore dovrà:

- adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua dilavi il calcestruzzo e ne pregiudichi la regolare presa e maturazione;
- provvedere con i mezzi più adeguati all'aggottamento o alla deviazione dell'acqua o, in alternativa, adottare per l'esecuzione dei getti miscele con caratteristiche antidilavamento preventivamente autorizzate dal Direttore dei Lavori.

80.h.4) Riprese di getto

Di norma i getti dovranno essere eseguiti senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa. Dovranno essere definiti i tempi massimi di ricopertura dei vari strati successivi, così da consentire l'adeguata rifluidificazione e omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione.

Nel caso ciò non fosse possibile, a insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori, prima di poter effettuare la ripresa la superficie del calcestruzzo indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata,

spazzolata e scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa, così da garantire una perfetta aderenza con il getto successivo; ciò potrà essere ottenuto anche mediante l'impiego di additivi ritardanti o di ritardanti superficiali o di speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore; in caso contrario l'Appaltatore dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua.

Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto, autorizzati dal Direttore dei Lavori.

80.h.5) Getti in clima freddo

Il clima si definisce freddo quando la temperatura dell'aria è minore di + 5°C: in tal caso valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981.

La posa in opera del calcestruzzo dovrà essere sospesa nel caso che la temperatura dell'impasto scenda al di sotto di + 5°C.

Prima del getto ci si dovrà assicurare che tutte le superfici a contatto del calcestruzzo siano a temperatura di alcuni gradi sopra lo zero.

La neve e il ghiaccio, se presenti, dovranno essere rimossi, dai casseri, dalle armature e dal sottofondo: per evitare il congelamento tale operazione dovrebbe essere eseguita immediatamente prima del getto.

I getti all'esterno dovranno essere sospesi se la temperatura dell'aria è minore di – 5°C. Tale limitazione non si applica nel caso di getti in ambiente protetto o nel caso vengano predisposti opportuni accorgimenti, approvati dal Direttore dei Lavori.

80.h.6) Getti in clima caldo

Durante le operazioni di getto la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 35°C; tale limite potrà essere convenientemente abbassato per getti massivi.

Al fine di abbassare la temperatura del calcestruzzo potrà essere usato ghiaccio, in sostituzione di parte dell'acqua di impasto, o gas refrigerante di cui sia garantita la neutralità nei riguardi delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'ambiente.

Per ritardare la presa del cemento e facilitare la posa e la finitura del calcestruzzo potranno essere impiegati additivi ritardanti, o fluidificanti ritardanti di presa, conformi alle norme UNI EN 934 preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

80.h.7) Stagionatura protetta

È l'insieme di precauzioni che, durante il processo di indurimento, permette di trasformare l'impasto fresco in un materiale resistente e durevole.

I metodi di stagionatura e la loro durata dovranno essere tali da garantire:

- la prescritta resistenza e durabilità del calcestruzzo indurito;
- la limitazione della formazione di fessure o cavillature in conseguenza del ritiro per rapida essiccazione delle superfici di getto o per sviluppo di elevati gradienti termici all'interno della struttura.

Nella tabella 09 sono riportati le durate minime di stagionatura, in giorni, per strutture esposte nelle classi di esposizione X0, XC e XA1.

Tabella 09 - Durata minima della stagionatura protetta (giorni)

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante la stagionatura									
I) Non esposto ad insolazione diretta ; Umidità relativa U_R dell'aria circostante ? 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
II) Insolazione diretta media o vento di media velocità o U_R ? 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
III) Insolazione intensa o vento di forte velocità o U_R <50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo è indicata in tabella 10

Tabella 10 - Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe di resistenza del cemento
Rapida	≤ 0.45	42.5 R
Media	≤ 0.50	42.5 N/R - 32.5 R
Lenta	$\leq 0,55$	42,5 N - 32,5 N/R
Molto Lenta	-----	32,5 N/R

Le durate di stagionatura di tabella 09 dovranno essere adeguatamente aumentate per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

Le indicazioni sopra riportate relative alle condizioni di stagionatura per conseguire una adeguata impermeabilità dello strato superficiale non prendono in considerazione gli aspetti della sicurezza strutturale in relazione ai quali potrà essere stabilito un tempo minimo di stagionatura per raggiungere la resistenza voluta alla rimozione dei casseri.

Nel caso siano previste, nelle 24 ore successive al getto durante la fase di stagionatura, temperature dell'aria con valori minori di 5°C o maggiori di 35°C, l'Appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente casseri in legno o coibentati sull'intera superficie del getto ed eventualmente teli isolanti.

Tutte le superfici dovranno essere mantenute umide per almeno 48 ore dopo lo scasso mediante utilizzo di prodotti filmogeni applicati a spruzzo conformi alle norme UNI ovvero continua bagnatura con serie di spruzzatori d'acqua o con altri idonei sistemi.

Qualora il prodotto filmogeno venga applicato su una superficie di ripresa, prima di eseguire il successivo getto si dovrà procedere a ravvivare la superficie.

Nel caso di superfici con finiture a faccia vista dovrà essere evitato qualunque ristagno d'acqua sulla superficie a vista durante la stagionatura.

Durante il periodo di stagionatura protetta si dovrà evitare che i getti subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

I metodi di stagionatura proposti dal Progettista dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Se prescritto dal Progettista, tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero.

Anche se non è possibile stabilire esatti limiti per le differenze di temperatura accettabili nelle sezioni trasversali in fase di indurimento, poiché esse dipendono dalla composizione dell'impasto, dalle caratteristiche di sviluppo della resistenza, dalla forma geometrica dell'elemento strutturale e dalla velocità con la quale il manufatto, dopo la rimozione dei casseri, raggiunge l'equilibrio termico con l'ambiente, per limitare le tensioni di origine termica dovranno essere rispettati i limiti seguenti:

- una differenza massima di 20°C sulla sezione durante il raffreddamento dopo la rimozione dei casseri;
- una differenza massima di 15°C attraverso i giunti di costruzione e per strutture con sezioni di dimensioni molto variabili.

80.h.8) Accelerazione dei tempi di stagionatura

La maturazione accelerata con trattamento termico dei calcestruzzi gettati in opera è normalmente esclusa; essa sarà permessa solo qualora siano state condotte indagini sperimentali sul tipo di trattamento termico che si intende adottare.

Dovranno comunque essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) la durata di prestagionatura, alla temperatura massima di 30 °C, non dovrà essere minore di tre ore (in genere dalle 4 alle 5 ore);
- b) i gradienti termici non dovranno superare il valore di 20°C/ora durante il riscaldamento e 10 °C/ora durante il raffreddamento; essi dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo punto d);
- c) la temperatura all'interno del calcestruzzo non dovrà superare in media i 60 °C, con valore puntuale massimo non superiore a 65°C;
- d) la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del calcestruzzo e quella alla superficie non dovrà superare 20 °C;
- e) durante tutta la procedura di maturazione forzata e durante il raffreddamento il calcestruzzo sarà protetto contro le perdite di umidità.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza raggiunta al momento del taglio di trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termogravimetriche della struttura, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6127.

80.h.9) Ripristini e stuccature

Nessun ripristino o stuccatura potrà essere eseguito dopo il disarmo del calcestruzzo senza il preventivo controllo del Direttore dei Lavori, che dovrà autorizzare i materiali, proposti dal Progettista, da utilizzare per l'intervento.

80.i) Casseforme, e finitura del calcestruzzo

a superficie esterna dei getti in calcestruzzo dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie che ne pregiudichino l'uniformità e la compattezza sia ai fini della durabilità che dell'aspetto estetico dell'opera. Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto "giunti e riprese di getto"

80.i.1) Casseforme

Progetto e costruzione

Le casseforme dovranno essere rigide e a perfetta tenuta, per evitare la fuoriuscita di boiacca 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 per l'estetica o la durabilità, se è elemento accessorio.

Pulizia, trattamento, disarmanti

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano comunque pregiudicare l'aspetto della superficie del calcestruzzo indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866 [16], disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie a vista del calcestruzzo. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. E' vietato usare come disarmanti lubrificanti di varia natura o oli esausti.

Se sono 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 o sotto forma di emulsioni pastose in quantità controllata; la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

Qualora sia prevista la realizzazione di calcestruzzi colorati o con cemento bianco, l'impiego di disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore del calcestruzzo.

Giunti e riprese di getto

I giunti tra gli elementi di cassaforma dovranno essere realizzati con ogni cura al fine di evitare fuoriuscite di boiacca e creare irregolarità o sbavature. Se prescritto nel progetto tali giunti dovranno essere evidenziati.

Le riprese del getto sulla faccia a vista dovranno essere realizzate secondo linee rette; qualora previsto nel progetto, dovranno essere marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm.

Sistemi di fissaggio e distanziatori delle armature

I dispositivi che mantengono in posizione i casseri, quando attraversano il calcestruzzo, non dovranno risultare dannosi a quest'ultimo.

Gli elementi dei casseri saranno fissati nella posizione prevista unicamente mediante fili metallici liberi di scorrere entro tubi di pvc stabilizzato o simili, che dovranno rimanere incorporati nel getto di calcestruzzo e siglati in entrambe le estremità con tappi a tenuta.

Il Direttore dei Lavori potrà autorizzare l'adozione di altri sistemi di fissaggio dei casseri, se proposti dal Progettista, prescrivendo le cautele da adottare a totale carico dell'Appaltatore.

E' vietato l'utilizzo di fili o fascette d'acciaio inglobati nel getto.

E' vietato l'impiego di distanziatori di legno o metallici, sono ammessi distanziatori non deformabili in plastica, ma ovunque possibile dovranno essere usati quelli in malta o pasta cementizia. La superficie del distanziatore a contatto con la cassaforma dovrà essere la più piccola possibile e tale da garantire il copriferro previsto nel progetto.

Predisposizione di fori, tracce, cavità.

L'Appaltatore avrà l'onere di predisporre durante l'esecuzione dei lavori tutti i fori, tracce, cavità e incassature previsti negli elaborati costruttivi per permettere la successiva posa in opera di apparecchi accessori quali: - giunti - appoggi - smorzatori sismici - pluviali - passi d'uomo - passerelle d'ispezione - sedi di tubi e cavi - opere interruttive - sicurvia - parapetti - mensole - segnalazioni - parti d'impianti ecc.

Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le resistenze indicate dal Progettista e comunque non prima dei tempi indicati nei decreti attuativi della Legge n° 1086.

Eventuali irregolarità o sbavature di calcestruzzo o pasta cementizia, dovute anche a modeste perdite dai giunti dei casseri, qualora ritenute non tollerabili dal Direttore dei Lavori, dovranno essere asportate mediante bocciardatura; i punti difettosi dovranno essere ripristinati, immediatamente dopo il controllo del Direttore dei Lavori.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette, che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 10 mm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti dovranno essere accuratamente sigillati con malta fine di cemento ad alta adesione.

Dopo la scasseratura dovranno essere adottati i provvedimenti al fine di evitare il rapido essiccamento delle superfici ed il loro brusco raffreddamento.

Controllo del colore

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme:

- il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe;
- la sabbia dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante.

Il contenuto d'acqua e la classe di consistenza delle miscele di calcestruzzo dovranno rientrare strettamente nei limiti fissati dal Progettista.

Le opere o i costituenti delle opere a facciavista che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura; in particolare si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo; qualora queste apparissero, sarà onere dell'Appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi.

Le superfici finite e curate come indicato ai punti precedenti dovranno essere adeguatamente protette se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse.

Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altro che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica.

Si dovranno evitare macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa; prendendo i dovuti provvedimenti per evitare che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto.

Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'Appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Modalità di misurazione dei casseri

Il prezzo compensa la fornitura ed il montaggio delle casseforme per getti in calcestruzzo sia orizzontali che verticali od inclinati a qualsiasi profondità ed a qualsiasi altezza dal piano di appoggio, compreso sfridi, tiranti, chioderia, banchinaggi, puntellamenti, ponteggi di servizio, getti, disarmo e pulizia delle stesse ed ogni altro onere, secondo le specifiche di cui sopra.

Negli appalti a misura, le casseforme verranno misurate a metro quadro in base alla effettiva superficie bagnata dal getto.

Negli appalti a misura, i casseri saranno compensati a metro quadrato in base alla superficie delle facce della struttura da casserare, senza tenere conto di altro.

80.j) Controlli in corso d'opera sui calcestruzzi

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. Dovranno

essere osservate le prescrizioni previste dalle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 14/01/2008.

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.

80.j.1) Resistenza dei Conglomerati Cementizi e controllo di accettazione

Prelievo dei Campioni

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo.

Controllo di accettazione

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

CONTROLLO DI TIPO A

Il controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³.

Ogni controllo di accettazione di tipo A è rappresentato da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

CONTROLLO DI TIPO B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una definita miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Per ogni giorno di getto di miscela omogenea va effettuato almeno un prelievo, e complessivamente almeno 15 prelievi sui 1500 m³.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze:

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

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la 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 R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto,

secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge.

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

Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione Lavori.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni 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.

Controllo del calcestruzzo confezionato con processo industrializzato

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

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

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

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato acquisendo il certificato FPC (controllo di produzione continuo in centrale) ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi. La verifica del codice FPC sarà anche effettuata sui documenti di trasporto del cls.

Prove sclerometriche

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 m², su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.
- Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La 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.

Prove distruttive

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.

80.j.2) 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'.

80.j.3) Controllo del Rapporto Acqua/Cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 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.

80.j.4) 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. Tale prova andrà eseguita in cantiere almeno 1 volta al giorno.

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.

80.j.5) 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.

80.j.6) 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.

80.k) Prove di carico e collaudo statico

Prima di sottoporre le strutture alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'impresa, secondo le prescrizioni contenute nei decreti Ministeriali, emanati in applicazione della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

80.l) Calcestruzzi in progetto

I calcestruzzi utilizzati nel presente appalto avranno le seguenti caratteristiche:

CALCESTRUZZI	classi di esposizione						classi di resistenza				classi di consistenza		Dmax aggr.
	UNI EN 206-1						C 20/25	C 25/30	C 28/35	C 35/45	S4	S5	
DIAFRAMMI	•								•			•	32
FONDAZIONI		•							•		•		32
SPALLE E PILE			•						•		•		32
SOLETTA IMPALCATO				•	•					•	•		32
PULVINI SP. e PILE			•							•	•		32
LASTRE PREFABBR.				•	•					•	•		

Art.81) ACCIAIO PER STRUTTURE IN C.A

1) Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel vigente decreto ministeriale attuativo della legge 5-11-1971, n. 1086 - D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 (D.M. 14-01-2008) e relative circolari esplicative.

2) E' fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

81.a) Controlli di produzione in stabilimento e procedure di qualificazione

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

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001:2000 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

81.b) Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore.

La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

81.c) Forniture e documentazione di accompagnamento

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Il riferimento a tale attestato deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal Produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del produttore.

81.d) Acciaio per cemento armato B450C

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura

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

L'acciaio per cemento armato B450C deve rispettare i seguenti requisiti:

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

81.d.1) Caratteristiche dimensionali e di impiego

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Le barre sono caratterizzate dal diametro ϕ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm³.

Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1, possono essere impiegati in barre di diametro ϕ compreso tra 6 e 40 mm. L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a $\phi \leq 16$ mm per B450C

81.e) Reti e tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro ϕ che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} \leq \phi \leq 16 \text{ mm}$.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro ϕ che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} \leq \phi \leq 10 \text{ mm}$.

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere: $\phi_{\text{min}} / \phi_{\text{Max}} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili.

81.f) Acciai inossidabili

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili di natura austenitica o austeno-ferritica, purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai con l'avvertenza di sostituire al termine ft, il termine f7%, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento $A_{gt}=7\%$. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

81.g) Acciai zincati

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

I controlli e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

81.h) Controlli di accettazione in cantiere

I controlli di accettazione in cantiere devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

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

81.i) Distanziatori in plastica per il mantenimento del copri ferro

Per la realizzazione delle strutture in c.a. vige l'obbligo di utilizzo dei distanziatori per armature orizzontali e verticali rispetto al terreno o alle cassature tipo “minifix” o similare al fine di garantire durante la fase di getto la distanza di copriferro prevista in progetto.

Tali elementi plastici andranno posati a incastro sui tondi in ragione di almeno 1/m e comunque in quantità tale da non generare flessioni della barra di armatura con conseguenti distanze di copriferro inferiori a quelle prescritte.

CAPO 16 - OPERE ACCESSORIE

Art.82) IMPERMEABILIZZAZIONE MURI

82.a) Guaine bituminose preformate armate

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine bituminose preformate, armate con geotessile non tessuto in poliestere, aventi le caratteristiche riportate nel seguito.

Modalità di posa in opera

Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, verrà adottato uno dei metodi di posa in opera di seguito descritti:

metodo di posa n° 1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 5 mm e larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso di 300 g/m², verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta;

metodo di posa n° 2:

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 283 K.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, del peso di 300 g/m² verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m² di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti lo spessore del manto finito sarà dell'ordine dei 5 mm e la sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1 MPa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione

L'Impresa dovrà sottoporre preliminarmente alla Direzione Lavori i campioni delle guaine che intende adottare e dei materiali componenti per essere sottoposti, a cura e spese della stessa, alle prove di idoneità che saranno richieste dalla Direzione Lavori.

Qualora dalle prove di cui sopra non risultassero le caratteristiche indicate nel seguito, i materiali saranno rifiutati e l'impresa dovrà allontanarli a sua cura e spese.

82.b) Primer di adesione al supporto

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

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500 g/m².

L'adesione del primer alla soletta non dovrà risultare inferiore a 0,2 MPa misurati in senso perpendicolare a quest'ultima (prova di trazione) a velocità di deformazione costante di 1,27 mm/min e temperatura di 293 K (± 5 K).

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

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente.

82.c) 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.: ≥ 423 K;
- punto di rottura Frass: 258 K;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20 - 30 dmm.

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

82.d) Armatura delle guaine

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche riportate nel punto 2.5.4 della sezione "movimenti terra" del presente Capitolato.

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

Dalle prove di qualificazione, da effettuarsi secondo il disposto del richiamato punto, dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114) > 300 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 prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

82.e) 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.

Art.83) BARRIERE STRADALI IN LEGNO-ACCIAIO

83.a) Barriera N2 infissa - bordo laterale

Barriera Stradale di Sicurezza ad una fascia **certificata CE per la Classe N2 Bordo Laterale**.

Fornitura e posa in opera di barriera stradale di sicurezza prodotta con materiali di pregio, CERTIFICATA CE in classe N2

destinazione BORDO LATERALE in conformità alla norma armonizzata EN 1317-5, Livello di contenimento Lc=82 KJ, Indice ASI minore di 1 e Larghezza Utile minore o uguale alla classe W4, composta da elementi in legno lamellare di conifera e da elementi in acciaio del tipo a resistenza migliorata contro la corrosione atmosferica.

La barriera dovrà essere costituita da:

- Fasce di protezione costituite da elementi in legno lamellare ed 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 interamente il montante sui lati ed in sommità. Tale rivestimento è sagomato sulla testa per limitare ogni infiltrazione di acqua nel legno, favorendo il deflusso delle acque meteoriche;
- Bulloneria ad alta resistenza con appropriato rivestimento protettivo come da norma UNI 3740:1988;
- Elementi terminali costituiti dagli stessi materiali delle fasce, ma opportunamente lavorati per consentire una idonea chiusura del tratto di barriera, sia dal punto di vista estetico, che funzionale.

Il dispositivo dovrà essere prodotto con legno proveniente da foreste gestite correttamente, secondo gli standard definiti da PEFC, FSC o altri sistemi equivalenti. Si presume conforme alla richiesta tecnica una azienda con certificazione della Catena di Custodia PEFC o FSC; in tal senso l'Azienda deve essere in possesso di un proprio codice univoco di identificazione della Catena di Custodia.

Tutti gli elementi in legno dovranno essere realizzati in legno 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; dovranno inoltre garantire omogeneità e ripetibilità delle caratteristiche meccaniche della sezione.

Gli elementi dovranno essere lavorati e piallati su tutte le facce 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 1a e 2a) e UNI EN 599:99 (parti 1a e 2a), 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 1a e 2a).

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, tutte gli elementi in legno dovranno essere trattati mediante impregnazione superficiale con prodotti pigmentanti a base acquosa.

Gli elementi metallici dovranno essere realizzati in acciaio per impieghi strutturali a resistenza migliorata alla corrosione atmosferica S355J0WP (tipo "corten" grado B) secondo UNI EN 10025-5.

Le metodologie di produzione, compresi i trattamenti preservanti del legno, dovranno essere documentate ed eseguite in conformità alla norma UNI EN ISO 9001:2000.

Sono compresi: gli oneri delle lavorazioni di infissione o ancoraggio, la viteria e la bulloneria necessaria al montaggio, i distanziatori e/o le piastre di continuità se previste. Il tutto fornito e posto in opera.

Art.84) TUBAZIONI IN CLS VIBROCOMPRESSO

Tubo in calcestruzzo turbocentrifugato a compressione radiale con innesto a bicchiere di diametro interno ϕ 60 cm con o senza piano di posa, costituito da elementi prefabbricati di lunghezza m 2,00 ,armato con gabbia elettrosaldata. Prodotti rispettando i parametri della normativa UNI EN 1916. Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Aziendale UNI EN ISO 9001:2000.

CAPO 17 - IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

Art.85) **ILLUMINAZIONE STRADALE**

85.a) **Disciplina dell'intervento**

La scelta degli apparecchi di illuminazione non è strettamente vincolante a patto che quelli scelti per l'installazione siano preventivamente proposti con allegato calcolo illuminotecnica e rispondano alle esigenze di illuminazione richieste.

Il dimensionamento dei cavi potrà essere variato secondo progetto costruttivo dell'installatore.

L'impianto dovrà essere preventivamente visionato e avvallato dall'ente gestore.

85.b) **Corpo illuminante in progetto**

Sistema ai vapori di sodio ad alta pressione SAPT (luce gialla, Flusso luminoso Lampada: 12800 lm, Flusso luminoso Lampadine: 17500 lm; della potenza nominale di 150 W (pari a circa 167 W effettivi, con un fattore di potenza superiore a 0,9) IP44/66 e classe II.



85.c) **Cavo elettrico**

- Dorsale principale: Cavo FG7OR in formazione 2 x1x10 mmq
- Derivazioni dalle morsettiere a palo: Cavo FG7OR in formazione 2 x 2,5 mmq

85.d) **Sostegni**

Pali troncoconici h fuoriterra = 10.000 mm - h 800 mm di infissione completi di collarino di rinforzo alla base.

- Diametro Base = 172 mm
- Diametro sommità = 60 mm
- Spessore lamiera palo = 4 mm



I pali saranno realizzati utilizzando lamiera in acciaio SA235JR (Fe 360B) con caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 10025.

La protezione superficiale, interna ed esterna, sarà assicurata mediante un processo di zincatura a caldo, effettuato per immersione in bagni di zinco fuso, previo decapaggio teso ad eliminare ogni scoria ed impurità. Il processo di zincatura sarà realizzato in conformità alla norma UNI EN ISO 1461, oppure a richiesta, in conformità alla norma CEI 7-6 fascicolo n° 239.

Il palo verrà quindi sottoposto ad un ciclo di verniciatura a due riprese con colori a scelta della committenza.

Lavorazioni:

Asola per il passaggio dei cavi con spigoli arrotondati e smussati avente dimensioni di mm 50 x 150 con mezzzeria a mm 600 dal filo inferiore del palo.

Camicia di rinforzo in acciaio tipo FE 360B di spessore mm 4 avente lunghezza di mm 600, saldata nella parte superiore e puntata in quella inferiore, centrata a mm 1000 rispetto al filo inferiore del palo.

Presa di terra costituita da un dado esagonale 12MA in acciaio inox AISI 304 UNI 5588 saldato sulla camicia a mm 150 sopra il centro della stessa (con foro passante) ed in asse con l'asola di ingresso cavi, completo di bullone 12MA, in acciaio inox AISI 304 UNI 5739 e relativa rondella elastica diam 13 mm UNI 1751-AISI 304.

Asola per uscita del cavo, con spigoli arrotondati e smussati avente dimensioni di mm 40 x 60 centrata ad un'altezza di mm 4100 dal filo inferiore del palo ed in asse con l'asola di passaggio cavi.

Saldatura di n° 4 dadi 16 MA in acciaio inox AISI 304 UNI 5588 a mm 50 dalla cima palo ed a 90 gradi fra loro e di n° 4 dadi 16MA in acciaio inox AISI 304 UNI 5588 a mm 400 dai primi ed a 90° fra di loro, l'asse di un dado di ogni serie deve coincidere con l'asse passante per l'asola di ingresso cavi, tutti con foro passante e corredati di n° 8 grani 16MA x 30 UNI 5929-DCR.

Esecuzione lungo lo sbraccio di un collare avente diametro pari a quello di punta del ritto e spessore minimo 10 mm. ,in alternativa è concesso il sistema di fermo mediante "campana" anch'essa con spessore minimo 10 mm. , saldato sull'aggetto come punto di appoggio e di fermo a 500 mm dalla parte inferiore.

Tolleranze di lavorazione: Secondo UNI EN 40 parte 2^

Saldature:

Il procedimento deve essere qualificato secondo i criteri prescritti dalla norma EN 288-3 (o equivalente) I saldatori dovranno essere qualificati in accordo alla norma EN 287 -1 (o equivalente)

Ciclo protettivo: Zincatura a caldo per immersione a norme UNI EN40

Documentazione richiesta:

- Relazione strutturale per i carichi previsti dal D.M.LL.PP. del 16/01/96
- Certificati di collaudo riportanti i risultati delle prove eseguite
- Dichiarazione di conformità che la zincatura è stata eseguita a norma UNI EN40
- Certificato di collaudo materiali tipo 3.1.B
- Specifiche e qualifiche dei procedimenti di saldatura (WPS - WPQR)

I particolari costruttivi sono indicati nei disegni della tavola di progetto.

Tutti i pali presenti nell'area dovranno essere posati, verniciati con una prima mano RAL 6010, verniciati a finire con una seconda mano RAL 6009 a cura dell'appaltatore.

Posa in opera:

Il palo sarà posato in opera entro specifico blocco di fondazione per pali.

Durante il maneggio dello stesso sono da evitarsi gli urti e l'impiego di attrezzi che possano lederne l'integrità; è vietato in particolare gettare il palo a terra dalle cataste o dagli automezzi, manovrarli per la punta facendo perno sulla base, trascinarli e rotolarli sul terreno.

85.e) Plinti di fondazione dei sostegni

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nella tavola progettuale relativa.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo C25/30 con resistenza caratteristica R_{ck} pari a 30 N/mm²;
- esecuzione del foro per l'infissione del palo, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in PEAD del diametro esterno di 100 mm per il passaggio dei cavi;
- riempimento eventuale dello scavo con ghiaia naturale accuratamente costipata;
- chiusura temporanea con apposita lamiera in acciaio del foro per l'infissione del palo;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente;
- sistemazione del cordolo eventualmente rimosso.

La voce in elenco relativa alla formazione del blocco di fondazione comprende, oltre allo scavo ed al successivo reinterro, anche l'onere per l'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede e di tutto quanto precedentemente specificato.

Qualora nella zona interessata alla formazione di blocchi di fondazione siano presenti cavi o tubi interrati, è prevista la formazione di blocchi di fondazione di tipo armato con profondità ridotta e superficie maggiorata.

Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione, rispetto alle misure indicate in progetto, non darà luogo ad alcun ulteriore compenso.

Documentazione richiesta:

- Relazione strutturale per i carichi previsti NTC 08

85.f) Chiusini in ghisa

1. E' previsto l'utilizzo di chiusini con telaio in ghisa per traffico incontrollato tipo "D400" aventi una luce netta di mm. 500X500 con scritta "ILLUMINAZIONE PUBBLICA" sul coperchio.
2. Le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nei disegni di progetto.

85.g) Pozzetti prefabbricati

1. E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati in calcestruzzo vibrato delle dimensioni interne di cm. 50x50x70, comprendenti un elemento a cassa con due fori di drenaggio avente sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto di tubi in p.v.c. costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto ed un coperto removibile.
2. Le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nel disegno di progetto.

85.h) Modalità' di esecuzione dei lavori

85.h.1) Norme generali

1. La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera revisionale, ecc.), nonchè nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamento, stuccature e riduzioni in pristino).
2. Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo la esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.
3. L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera, apparecchio che gli venga ordinato dal Responsabile dell'Appalto, anche se forniti da altre Ditte.
4. Negli articoli seguenti sono specificate le modalità e le caratteristiche tecniche secondo le quali l'Appaltatore è impegnato ad eseguire le opere ed a condurre i lavori.

85.h.2) Cavidotti

1. Nell'esecuzione dei cavidotti saranno rispettati i percorsi indicati nel relativo disegno di progetto e le caratteristiche dimensionali e costruttive indicati nel disegno di progetto.
2. In materia di scavi dovranno essere rispettate le disposizioni vigenti o che saranno emanate nel corso dei lavori dalla Provincia di Torino o da altri Enti.
Inoltre, per quanto concerne gli impianti di cantiere, dovranno essere osservate le prescrizioni della Polizia Municipale.
3. L'Appaltatore dovrà accertarsi preventivamente, a proprie cura e spese, presso i contenuti del sottosuolo, della presenza di servizi esistenti e disporre quindi l'esecuzione dei lavori secondo modalità esecutive atte ad evitare situazioni di pericolo e danni dei quali, deve in ogni caso ritenersi responsabile.
4. I parallelismi e gli incroci con cavi o condotte sotterranee preesistenti dovranno essere effettuati nel rispetto delle norme vigenti.
5. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
 - il taglio del tappeto bituminoso e dell'eventuale sottofondo in calcestruzzo dovrà avvenire mediante l'impiego di un tagliasfalto munito di lama;
 - il taglio avrà una profondità minima di 12 cm;
 - eventuale rimozione delle lastre in pietra per i tratti di marciapiede con pavimentazione a lastroni e loro accatastamento in cumuli in prossimità dei lavori;
 - esecuzione dello scavo in trincea con le dimensioni indicate nel disegno;

- fornitura e posa, nel numero stabilito dal disegno, di tubazioni rigide in materiale plastico a sezioni circolari, con diametro esterno di 100 mm, del tipo per cavidotto medio (CM) come previsto dalle norme CEI 23-29 e successive varianti, per il passaggio dei cavi di energia;
 - la posa delle tubazioni in plastica verrà eseguita mediante l'impiego di selle di supporto in materiale plastico a una, a due od a tre impronte per tubi del diametro di 110 mm in modo da consentire il deflusso del calcestruzzo nella parte sottostante la generatrice inferiore del tubo; detti elementi saranno posati ad una interdistanza massima di 1,5 m, al fine di garantire il sollevamento del tubo dal fondo dello scavo ed assicurare in tal modo, come già detto, il completo conglobamento dello stesso nel cassonetto di calcestruzzo;
 - formazione di cassonetto in calcestruzzo delle dimensioni indicate in disegno, dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, a protezione delle tubazioni in plastica; il calcestruzzo sarà superiormente lisciato;
 - il riempimento dello scavo dovrà effettuarsi con ghiaia naturale vagliata, sulla base delle indicazioni fornite dai tecnici comunali e dal Responsabile dell'Appalto.
Particolare cura dovrà porsi nell'operazione di costipamento da effettuarsi con mezzi meccanici di tipo vibrante; l'operazione di riempimento dovrà avvenire dopo almeno 4 ore dal termine del getto di calcestruzzo;
 - l'ultimo strato dovrà essere costituito da inerti del tipo adatto per la formazione di stabilizzanti in modo da conglobare, come già detto, anche le pietre con granulometria superiore;
 - nel corso del riempimento dello scavo, a circa 20 cm dal piano di calpestio e per tutta la lunghezza dello scavo, si dovrà posare una striscia in materiale plastico retinato di colore verde, avente lo scopo di segnalare la presenza di cavi per l'illuminazione pubblica nel sottosuolo.
L'onere della posa di detto materiale di individuazione cavi, che sarà fornito dall'Appaltatore, è già stato computato nella voce relativa alla formazione del cavidotto;
 - trasporto alla discarica del materiale eccedente; durante la fase di scavo di cavidotti, dei blocchi, dei pozzetti, ecc. dovranno essere approntati tutti i ripari necessari per evitare incidenti ed infortuni a persone, animali o cose per effetto di scavi aperti non protetti.
6. La profondità minima di posa delle tubazioni sarà definita di volta in volta dal Responsabile dell'Appalto, in base alla zona d'intervento; essa sarà di 70 cm sotto il marciapiede od in terreno senza pavimentazione e di 90 cm sotto la massicciata stradale.
7. Il cavidotto sarà contabilizzato in base alla sua lunghezza effettiva, misurata tra i fili esterni dei pozzetti che lo delimitano; la voce in elenco relativa alla formazione del cavidotto comprende, oltre allo scavo ed al successivo reinterro, anche l'eventuale rimozione dei cordoli e tutto quanto precedentemente specificato.
8. Per i cavidotti sulle banchine di parcheggio con terreno senza pavimentazione, salvo disposizioni diverse del Responsabile dell'Appalto, è permesso il reinterro con materiale di risulta fino a 15 cm dal piano di calpestio; la rimanente parte dovrà venire riempita con materiale stabilizzato.
9. Il materiale di scavo eccedente dovrà venire trasportato alla discarica; tutti gli oneri relativi sono stati previsti nella formulazione del prezzo del cavidotto.
Nel caso venga richiesto il reinterro con ghiaia naturale nella zona compresa fra estradosso manufatto in calcestruzzo e piano calpestio, la fornitura e la posa sono già comprese nel prezzo del cavidotto unitamente al trasporto del materiale di risulta alla pubblica discarica.
10. Per i cavidotti da eseguire nei viali alberati e nelle aree verdi a tappeto erboso, la distanza minima di qualsiasi scavo dal filo del tronco deve essere: m 3 (tre) per le piante e m 1 (uno) per gli arbusti.

11. Qualora durante gli scavi (eseguiti per quanto possibile a mano in prossimità del fusto) non sia possibile evitare la rimozione di radici, queste dovranno essere asportate con taglio netto (e non strappate) mediante motosega o cesoie con successiva disinfezione delle superfici di taglio con diametro > 4 cm.
Per tale operazione si dovranno impiegare prodotti a base di Benomyl (o altri da sottoporre alla preventiva approvazione dei Tecnici del Settore Verde Pubblico della Città di Torino), con successiva ricopertura con mastici cicatrizzanti.
L'onere relativo è già stato previsto nella formulazione dei prezzi relativi ai cavidotti.
12. L'accatastamento di materiali e lo stazionamento dei mezzi operativi deve avvenire al di fuori delle aree verdi; il materiale di risulta potrà essere impiegato per il riempimento.
13. L'onere dell'eventuale sistemazione delle zolle e del tappeto è da considerarsi di uguale entità economica della fornitura e posa dello stabilizzato nell'ambito delle aree a parcheggio.
Pertanto le voci dell'elenco prezzi relative alla formazione di cavidotti su terreno senza pavimentazione saranno valide sia per le aree a parcheggio sia per le aree verdi.
14. Per i cavidotti in massicciata bitumata o in marciapiede, il reinterro sarà eseguito solo con ghiaia naturale vagliata; il materiale di risulta dello scavo dovrà essere trasportato alla pubblica discarica; l'onere relativo è già compensato nel prezzo del cavidotto.
15. Nessun compenso potrà essere richiesto per i sondaggi da eseguire prima dell'inizio degli scavi per l'accertamento dell'esatta ubicazione dei servizi nel sottosuolo.
L'onere relativo è già compensato con la voce inerente alla formazione del cavidotto.
16. Qualora, nell'esecuzione degli scavi si incontrino impedimenti dovuti a vecchi muri o fondazioni, l'Appaltatore dovrà sospendere i lavori e informare tempestivamente il Responsabile dell'Appalto. Se i ritrovamenti non risulteranno di interesse archeologico l'Appaltatore dovrà eseguire i necessari lavori di demolizione senza richiedere alcun maggior compenso.
17. Eventuali maggiori oneri di ripristino del suolo pubblico dovuti a cattive operazioni di scavo o a scavi di dimensioni eccedenti a quanto prescritto dal Responsabile dell'Appalto, saranno considerati a carico dell'Appaltatore e pertanto non compensati.
20. Le opere e le prestazioni richieste comprendono inoltre il pronto intervento dell'Appaltatore entro le due 2 ore successive la richiesta da parte del Responsabile dell'Appalto per la ricolmatura ed il costipamento di scavi che presentano situazioni pregiudizievoli al traffico veicolare e/o pedonale. Il mancato pronto intervento dell'Appaltatore nei termini previsti darà luogo all'applicazione della relativa penale nonché dell'intero addebito dei costi sostenuti dal Responsabile dell'Appalto per l'esecuzione di tale intervento da parte dell'Impresa di pronto intervento.
21. Tutti i ripari (cavalletti, transenne, ecc.) dovranno riportare il nome della Ditta appaltatrice dei lavori, il suo indirizzo, il numero telefonico, nonché un cartello con l'indicazione "Lavori per conto Provincia di Torino".

85.h.3) Pozzetti con chiusino in ghisa

1. Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati.
2. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
 - esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;

- formazione di platea in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, con almeno due fori per il drenaggio dell'acqua;
 - formazione della muratura laterale di contenimento, in mattoni pieni o in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
 - conglomeramento, nella muratura, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto e sigillatura con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
 - formazione, all'interno del pozzetto, di rinzafo in malta di cemento grossolanamente lisciato nel caso di impiego di mattoni pieni;
 - fornitura e posa, su letto di malta di cemento, del chiusino in ghisa, completo di telaio per traffico incontrollato D400 sul coperchio;
 - riempimento dell'eventuale vano residuo perimetrale con ghiaia naturale costipata;
 - trasporto alla discarica del materiale eccedente.
3. E' consentita in alternativa, e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa.
Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione sono indicate nel disegno relativo dei particolari allegato.
4. Con il prezzo del pozzetto e' compensato anche il tratto di tubazione in plastica conglomerato nella muratura e nel caso di pavimentazione in bitume, anche il taglio del manto.

85.h.4) Pozzetti prefabbricati interrati

1. E' previsto l'impiego di pozzetti prefabbricati ed interrati, comprendenti un elemento a cassa, con due fori di drenaggio ed un coperchio removibile.
Detti manufatti, di calcestruzzo vibrato, avranno sulle pareti laterali la predisposizione per l'innesto dei tubi in plastica, costituita da zone circolari con parete a spessore ridotto.
2. Per i cavidotti a 1 tubo e' previsto l'impiego del pozzetto con dimensioni esterne di 40x30x30 cm (interne 30x26x20 cm).
3. Con il prezzo di posa del pozzetto sono compensati, oltre allo scavo, anche il tratto di tubazione in plastica interessato dalla parete del manufatto, il riempimento dello scavo con ghiaia naturale costipata, nonché il trasporto alla discarica del materiale scavato.

85.h.5) Blocchi di fondazione dei pali

1. Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive indicate nel disegno di progetto, e devono essere GETTATI IN OPERA, e non del tipo prefabbricato.
2. Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:
 - esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
 - formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
 - esecuzione del foro per l'infissione del palo, con l'impiego di cassaforma;
 - fornitura e posa, entro il blocco in calcestruzzo, di spezzone di tubazione in PVC del diametro esterno di 100 mm per il passaggio dei cavi;
 - fornitura e posa, contestualmente all'infissione del palo, entro la tubazione in PVC, di 2 spezzoni di tubi flessibili del diametro interno di 40-50 mm per il passaggio dei conduttori;
 - riempimento eventuale dello scavo con ghiaia naturale accuratamente costipata;
 - chiusura temporanea con apposita lamiera in acciaio del foro per l'infissione del palo;
 - trasporto alla discarica del materiale eccedente;
 - sistemazione del cordolo in pietra eventualmente rimosso.

3. La voce in elenco relativa alla formazione del blocco di fondazione comprende, oltre allo scavo ed al successivo reinterro, anche l'onere per l'eventuale rimozione dei cordoli del marciapiede e di tutto quanto precedentemente specificato.
4. Qualora nella zona interessata alla formazione di blocchi di fondazione siano presenti cavi o tubi interrati, è prevista la formazione di blocchi di fondazione di tipo armato con profondità ridotta e superficie maggiorata.
5. Il fissaggio del palo avverrà a mezzo piastra in acciaio zincato saldata al palo stesso ed amarrata al blocco mediante zanche con doppio dado il cui stelo verrà saldato all'armatura del blocco.
6. Per detti casi verrà redatto apposito disegno che terrà conto della posizione altimetrica e planimetrica dei servizi (tubi o cavi).
L'Appaltatore è tenuto alla perfetta osservanza dei disegni che verranno consegnati e delle prescrizioni del Responsabile dell'Appalto.
7. La voce in elenco relativa alla formazione del blocco armato comprende, oltre allo scavo ed al successivo reinterro perimetrale, anche la fornitura e posa in opera dell'armatura in ferro (max 55 kg di ferro per metro cubo di getto), del calcestruzzo, con dosaggio pari a 300 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto, dell'eventuale casseratura in legname e delle zanche.
8. Il dimensionamento maggiore dei blocchi di fondazione, rispetto alle misure indicate in progetto, non darà luogo ad alcun ulteriore compenso.
9. Nel lasso di tempo intercorrente tra l'esecuzione del blocco di fondazione e la posa del palo, il foro predisposto nel blocco stesso dovrà essere chiuso mediante la posa di una lastra in lamiera di acciaio delle dimensioni di 40x40 cm, spessore 5 mm, completa di zanche di tenuta e ricoperta da uno strato di terriccio.
L'onere della fornitura, della posa in opera e del recupero di detto dispositivo di chiusura temporanea del foro, è già stato computato nella voce relativa ai blocchi di fondazione ed è pertanto a carico dell'Appaltatore.

85.h.6) Posa in opera dei pali

1. I pali da posizionare dovranno essere installati entro blocchi di fondazione.
2. Il rizzamento dei sostegni deve essere eseguito curando che in ciascun tronco di linea essi risultino allineati.
3. I sostegni devono risultare a piombo.
4. Durante il maneggio dei pali sono da evitarsi gli urti e l'impiego di attrezzi che possano lederne l'integrità; è vietato in particolare gettare i pali a terra dalle cataste o dagli automezzi, manovrarli per la punta facendo perno sulla base, trascinarli e rotolarli sul terreno.
5. La mano a finire di colore verde RAL 6009 deve essere applicata solo quando i sostegni saranno già posati in opera e pertanto la fornitura deve essere effettuata a piè d'opera con i sostegni verniciati della prima ripresa color verde RAL 6010.

85.h.7) Linee

1. L'Appaltatore dovrà provvedere alla fornitura ed alla posa in opera dei cavi relativi al circuito di alimentazione dell'energia.
2. Tutte le linee dorsali di alimentazione, per posa sia aerea che interrata, saranno costituite da quattro cavi unipolari uguali.

3. I cavi per la diramazione agli apparecchi d'illuminazione saranno bipolari, con sezione di 2,5 mmq.
4. I cavi multipolari avranno le guaine isolanti interne colorate in modo da individuare la fase relativa.
5. Per i cavi unipolari la distinzione delle fasi e del neutro dovrà apparire esternamente sulla guaina protettiva.
6. E' consentita l'apposizione di fascette distintive ogni tre metri in nastro adesivo, colorate in modo diverso (MARRONE: fase R - GRIGIO: fase S - NERO: fase T - BLU CHIARO: neutro). La fornitura e la posa in opera del nastro adesivo di distinzione si intendono compensate con la voce dell'elenco relativa alla fornitura e posa dei cavi.
7. Per le linee aeree in corrispondenza degli elementi metallici di amarro o sostegno, i conduttori elettrici saranno modellati e fissati in modo che sia impedito il contatto tra parti metalliche ed il conduttore.
8. La contabilizzazione, per i tratti in cavidotto, verrà effettuata sullo sviluppo del cavo effettivamente posato, compresi i tratti ascendenti entro tubi, pali o paline, in base alle apposite voci dell'elenco.
Nella formulazione dei prezzi relativi è stato tenuto conto, tra l'altro, anche degli oneri dovuti all'uso dei mezzi d'opera e delle attrezzature.
9. La posa dei cavi entro il palo per il collegamento dei corpi illuminanti, è fatto col sistema **ntra / Esci (fase + neutro) senza il taglio del cavo**, ma semplicemente con l'asportazione della guaina nel tratto di inserimento nel morsetto a mantello.

85.h.8) Derivazioni di lampada e guaine isolanti

1. La derivazione agli apparecchi d'illuminazione, in cavo bipolare della sezione di 2,5 mm², sarà effettuata sia con l'impiego di cassette di derivazione, sia direttamente, dai cavi unipolari di dorsale, con l'installazione dei morsetti, di misura adeguata, racchiusi entro guscio in materiale isolante.
2. Nel caso di impiego di cassette di derivazione vuote, in materiale isolante, nonchè entro i pali, il collegamento fra i conduttori sarà effettuato con morsetti a mantello, isolati e di tipo antitranciante.
Le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nel disegno di progetto.
La relativa voce dell'elenco compensa la fornitura e la posa in opera dei morsetti.
3. Nei pali detti morsetti dovranno essere racchiusi entro guaina isolante.

85.h.9) Giunzioni e derivazioni entro pozzetto

1. Per le giunzioni o derivazioni sul cavo unipolare, con posa in cavidotto è previsto l'impiego di muffole tipo 3M SCOTCHCAST o similari ed equivalenti.
Dette muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o di tipo prefabbricato.
La relativa voce dell'elenco compensa la fornitura dei morsetti a compressione e del materiale SCOTCHCAST, nonchè la mano d'opera necessaria per l'esecuzione.

85.h.10) Posa degli apparecchi di illuminazione

1. Gli apparecchi d'illuminazione e le relative lampade saranno forniti dall'impresa.
2. L'impresa provvederà al loro ritiro dal magazzino, al trasporto, all'immagazzinamento temporaneo, al trasporto a pie' d'opera, all'assemblaggio di singoli componenti (lampade, gruppi elettrici, coppe, rifrattori, ecc.), al su braccio od a cima palo, all'esecuzione dei collegamenti elettrici ed alle prove di funzionamento.

Art.86) SMALTIMENTO DELLE ACQUE

86.a) Chiusini e griglie in ghisa sferoidale

Il chiusino di ispezione dovrà essere a tenuta stagna, in ghisa a grafite sferoidale secondo norme UNI ISO 1083, con resistenza a rottura maggiore di 400 KN (40 t) conforme alle norme UNI EN 124 Classe D 400 passo d'uomo 600 mm, prodotto in stabilimenti situati nella Comunità Economica Europea, ufficialmente certificati a norma ISO 9001 e provvisto di certificato corrispondente.

La ghisa dovrà presentare una frattura grigia a frana fine, compatta, senza gocce fredde, screpolature, vene, bolle e altri difetti suscettibili di diminuzione di resistenza, conformemente alle norme UNI 4544 tipo GS500-7 o GS400-12.

Il telaio avrà sagoma quadrata di, o sagoma rotonda, con fori ed asole di fissaggio, munito di guarnizione antibasculamento ed autocentrante in elastomero ad alta resistenza, alloggiata in apposita sede.

Il suggello di chiusura sarà circolare con sistema di apertura su rotula di appoggio e tale che in posizione di chiusura non vi sia contatto tra la rotula ed il telaio al fine di evitare l'ossidazione, con bloccaggio di sicurezza a 90 gradi che ne eviti la chiusura accidentale, disegno andisdrucchiolo e marcatura EN 124 D 400 sulla superficie superiore.

A richiesta della direzione lavori dovranno essere eseguite le prove di trazione su provetta, prova di durezza Brinell e prova di carico che vengono regolate dalla norma UNI-EN 10002/U

Caratteristiche meccaniche minime

Tipo di ghisa	Resistenza alla trazione (rottura) R	Limite convenzionale di elasticità a 0,2% R 0.002	Allungamento % dopo la rottura A	Costituente predominante della struttura	Durezza Brinell
GS 500-7	500 N/mm	320 N/MMQ	7	ferite/perlite	170-241
GS 400-12	400 N/mm ²	250 N/MMQ	12	ferite	201

I valori di resistenza alla trazione sono misurati su provette lavorate a freddo per mezzo di fresatrice tornio o lima di tipo proporzionale di mm 14 di diametro.

I valori di durezza potranno essere misurati direttamente sul manufatto.

Il chiusino dovrà essere garantito ad un carico di prova superiore a 40 tonn. Il carico sarà applicato perpendicolarmente al centro del coperchio per mezzo di un punzone di 250 mm di diametro ($r \text{ mm}^3$).

La prova si intende superata qualora non si verifichino rotture o fessurazioni sul telaio o sul coperchio.

L'appaltatore è tenuto a sostituire i pezzi che risultino imperfetti e che subiscano rotture o guasti sia prima che dopo la posa in opera e ciò fino alla data di approvazione del collaudo se trattasi di imperfezioni imputabili alla natura dei chiusini, l'appaltatore sarà responsabile dei danni che deriveranno alla Città od a terzi nel caso di rottura o di mancata o ritardata sostituzione dei prezzi.

86.b) Tubazioni in PVC (Policloruro di vinile) rigido per condotte

a) Tubi

Il materiale base per la produzione di tubi e pezzi speciali deve essere una mescolanza di PVC (Policloruro di vinile) con gli ingredienti necessari per una appropriata fabbricazione del prodotto. Le mescolanze di cui sopra hanno le seguenti caratteristiche a 20°C:

- massa volumica g/cm 1,37-1,48
- carico unitario a snervamento MPa > 48
- allungamento a snervamento % < 10
- modulo di elasticità (E) MPa = 3000

I tubi dovranno essere prodotti per estrusione con impianti moderni e dotati di laboratorio dove dovranno essere fatte costantemente prove che possano garantire la costanza della qualità del prodotto. Dimensioni, tolleranze sono quelle previste dalle norme UNI vigenti che si intendono parte integrante del Capitolato.

Le barre dovranno essere fornite dalla lunghezza commerciale con una estremità liscia e l'altra dotata di un bicchiere di giunzione preconfezionato e anello di materiale elastomerico per effettuare e garantire la tenuta idraulica.

Ogni tubo dovrà essere marchiato in modo chiaro e indelebile e la marchiatura dovrà comprendere:

- il nome del produttore;
- il diametro di accoppiamento;
- la serie;
- il materiale (PVC);
- il periodo di fabbricazione (almeno l'anno);
- il riferimento alla norma UNI;
- il marchio di conformità rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici.

I collaudi di accettazione e qualità saranno quelli previsti dalle già citate norme UNI.

b) Raccordi e pezzi speciali

I raccordi e i pezzi speciali necessari saranno dello stesso materiale dei tubi, in esecuzione stampata o ricavata da tubo, con le estremità predisposte alla giunzione. Il collegamento fra tubi di PVC e materiali tradizionali avverrà unicamente per mezzo di raccordi flangiati, o con raccordi aventi un bicchiere di giunzione preconfezionato dello stesso materiale delle tubazioni. Il giunto sarà di tipo "GIELLE" con anello di tenuta di materiale elastomerico.

Art.87) SOTTOSERVIZI E ISPEZIONI

87.a) Cavidotti

I cavidotti saranno realizzati con tubazioni rigide in materiale plastico a sezioni circolare, con diametro esterno di mm. 110, del tipo per cavidotto medio (CM) come previsto dalle norme CEI EN 50086-2-4/A1 classificazione 23-46;V1 del 01/08/2001 e successive varianti, per il passaggio dei cavi d'energia;

87.b) Chiusini in ghisa:

E' previsto l'utilizzo di chiusini di forma quadrata realizzati in ghisa sferoidale, prodotti secondo le prescrizioni sancite dall'ultima edizione della norma EN 124, aventi le seguenti caratteristiche:

- classe di carrabilità D 400 minima
- dimensioni di passaggio DP = 500 mm
- telaio dotato di aletta perimetrale esterna sui quattro lati coperchio con rilievi antisdruciuolo, asole idonee per le chiavi di sollevamento e, oltre alle marcature previste dalla norma UNI EN 124, la scritta "ILLUMINAZIONE PUBBLICA" (esclusivamente per le opere da terraziere relative a Pubblica Illuminazione).

Le caratteristiche dimensionali ed i particolari costruttivi sono indicati nella relativa tavola progettuale.

87.c) Pozzetti di ispezione

Nell'esecuzione dei pozzetti saranno mantenute le caratteristiche dimensionali e costruttive, nonché l'ubicazione, indicate nei disegni allegati.

Saranno inoltre rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del pozzetto;
- formazione di platea in calcestruzzo con resistenza caratteristica R_{ck} pari a 15 N/mm²; con almeno due fori per il drenaggio dell'acqua;
- formazione della muratura laterale di contenimento in mattoni pieni o in calcestruzzo per uso non strutturale confezionato a dosaggio con resistenza caratteristica R_{ck} pari a 15 N/mm²; conglobamento, nella muratura, delle tubazioni in plastica interessate dal pozzetto e sigillatura con malta di cemento degli spazi fra muratura e tubo;
- formazione, all'interno del pozzetto, di rinaffo in malta di cemento grossolanamente liscio nel caso di impiego di mattoni pieni;
- fornitura e posa, su letto di malta di cemento, del chiusino in ghisa completo di telaio, con scritta "ILLUMINAZIONE PUBBLICA" sul coperchio per i pozzetti relativi alla Pubblica Illuminazione, delle caratteristiche descritte nella parte dei materiali.
- riempimento dell'eventuale vano residuo perimetrale con ghiaia naturale costipata;
- trasporto alla discarica del materiale eccedente.

E' consentita in alternativa, e compensata con lo stesso prezzo, l'esecuzione in calcestruzzo delle pareti laterali dei pozzetti interrati con chiusino in ghisa.

Lo spessore delle pareti e le modalità di esecuzione sono indicate nel disegno relativo dei particolari allegato.

Con il prezzo del pozzetto e' compensato anche il tratto di tubazione in plastica conglobato nella muratura e nel caso di pavimentazione in bitume, anche il taglio del manto.

CAPO 18 - OPERE STRADALI, SOTTOFONDI E PAVIMENTAZIONI

Art.88) FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE

88.a) Qualificazione dei materiali per la formazione del corpo stradale

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 nelle norme UNI 10006/2002 sintetizzata nella Tabella 1.1.

Tabella 1.1												
Classificazione Generale	Terre ghiaio-sabbiose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35%							Terre limo-argillose Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Torbe e terre organiche palustri
Gruppo	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	A8
Sottogruppo	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
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332												
Limite liquido	-	-	≤ 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 (IP ≤ LL-30)	> 10 (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 e, quindi, A2-6 ed A2-7. Per le terre appartenenti ai gruppi A4, A5, A6 ed A7 si deve valutare se adoperarle con le cautele appresso descritte, se prevederne un trattamento, ovvero se portarle a rifiuto.

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 $D=50$ mm 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 (> 2 mm) 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 A2-4 e A2-5 – 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.

Sottogruppi A2-6 e A2-7 – Le ghiaie e le sabbie argillose di questi sottogruppi sono, di norma, convenientemente utilizzate per la formazione dei rilevati, specialmente quando presentino un indice di gruppo $IG=0$. Il loro comportamento, tuttavia, è molto influenzato dalla quantità e dalla natura della frazione argillosa presente. Portanza e caratteristiche meccaniche attingono valori intermedi tra quelle delle ghiaie e delle sabbie che costituiscono l'ossatura litica del materiale e quelle delle argille che costituiscono la frazione fine. Poste in opera, esse presentano da media a bassa permeabilità ed altezza di risalita capillare, ciò che determina elevato rischio di formazione di lenti di ghiaccio per azione del gelo. Per questo motivo, in presenza di falda superficiale e di prolungata durata di condizioni climatiche di bassa temperatura, il loro impiego deve essere evitato nella formazione di strati di sottofondo e limitato agli strati posti al di sotto di 2,00 m dal piano di posa della pavimentazione stradale, previa predisposizione, a quota inferiore, di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

L'energia e l'umidità di costipamento delle terre dei sottogruppi in esame debbono essere costantemente controllate; quando il contenuto d'acqua risulta prossimo o supera il limite di plasticità della frazione fine si rischia, infatti, di provocare instabilità e cadute di portanza per sovracostipamento del materiale. Se lo stato delle terre e le condizioni ambientali non obbligano alla sospensione dei lavori, è opportuno adottare basse energie di costipamento, operando su strati di modesto spessore.

Gruppi A4, A5, A6 e A7 – L'opportunità d'adoperare terre di questi gruppi deve essere valutata secondo le seguenti linee guida:

- disponibilità di terre sostitutive, anche in relazione alle distanze di trasporto ed alle esigenze di carattere ambientale;
- provvedimenti da adottare per la protezione da venute d'acqua (gravitazionali o di capillarità) nelle opere in terra con esse realizzate;
- tecniche di miglioramento, quale il trattamento a calce, finalizzate a ricondurre le proprietà fisico-chimiche e meccaniche entro limiti di garanzia delle prestazioni, nel volgere della vita economica dell'opera.

Per l'impiego dei materiali dei gruppi A4 ed A5 occorre considerare che:

- la consistenza di queste terre ($IP < 10$) cambia sensibilmente per modeste variazioni del contenuto d'acqua; anche per modesti incrementi d'umidità si passa rapidamente da comportamenti tipici di terreni asciutti, difficili da compattare, a quelli di terreni troppo umidi, per i quali risulta talvolta impossibile ottenere il grado di addensamento richiesto;
- in relazione all'assortimento granulometrico ed all'addensamento, la permeabilità ed il potere di risalita capillare possono variare entro limiti abbastanza ampi; ne risulta un forte potere di imbibizione (portate d'invasamento capillare) e, quindi, un'estrema sensibilità al rigonfiamento ed all'azione del gelo. I rilevati realizzati con questi terreni, pertanto, debbono essere protetti dalle acque interne ed esterne, mediante strati anticapillari, schermi drenanti, tempestivi rinfianchi laterali con inerbimento;

- la presenza di ciottoli ed elementi di più grossa pezzatura può impedire l'azione dei mezzi di miscelazione e, quindi, renderne impossibile la stabilizzazione a calce.

Le difficoltà di compattazione delle argille dei gruppi A6 ed A7, le proprietà meccaniche generalmente modeste degli strati, come pure i provvedimenti di difesa dalle acque da mettere in atto per evitare rischi di ritiro-rigonfiamento del materiale posto in opera, limitano l'impiego di queste terre a rilevati di modesta importanza o a riempimenti non strutturali.

Se non sono presenti elementi di grosse dimensioni, le terre dei gruppi A6 ed A7 si prestano bene alla stabilizzazione con calce.

88.b) Pianificazione dei lavori stradali

Con riferimento alla verifica del progetto, 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 programma dettagliato dei movimenti di materia, nonché eseguire un'indagine conoscitiva sulle più idonee modalità di esecuzione dei relativi lavori basata su sperimentazione o prove in vera grandezza.

Detta indagine si articola di norma come segue:

- rilievo geometrico diretto dell'andamento morfologico del terreno in corrispondenza delle sezioni di progetto e di altre eventuali sezioni intermedie integrative (rilievo di prima pianta);
- rilievo, attraverso pozzetti stratigrafici, dello spessore di ricoprimento vegetale;
- identificazione della natura e dello stato delle terre (provenienti dalle zone di scavo e dalle cave di prestito) per la valutazione dell'attitudine al particolare impiego, prevedendo le seguenti prove di laboratorio:
 - granulometria e limiti di Atterberg, per la classificazione secondo la norma UNI 10006/2002, (UNI CEN ISO/TS 17892-4/2005 e UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005);
 - contenuto d'acqua naturale (UNI CEN ISO/TS 17892-1/2005) e consistenza;
 - costipamento AASHO Standard e/o Modificato (UNI EN 13286-2/2005) al variare del contenuto d'acqua, con individuazione della densità massima del secco (γ_s max) e dell'umidità ottimale di costipamento (w_{opt});
 - analisi granulometriche comparative, prima e dopo la prova di costipamento, limitatamente ai materiali per i quali si sospetta la presenza di componenti fragili o instabili;
 - indice di portanza CBR, secondo le modalità di prova UNI EN 13286-47/2006 e che tengano conto della destinazione del materiale, dei rischi di imbibizione da venute d'acqua (gravitazionale e/o di capillarità) e del prevedibile grado di addensamento. Per valutare gli effetti delle variazioni di umidità e del grado d'addensamento sulla portanza degli strati realizzati, la Direzione dei lavori, in relazione alle esigenze di posa in opera ed anche ai fini dei controlli di portanza (cfr. 1.4.3.5), ha la facoltà di richiedere lo studio CBR completo, a diverse energie ed umidità di costipamento.

Per le rocce evolutive devono essere determinate, inoltre:

- la perdita di peso alla prova Los Angeles (UNI EN 1097-2/1999) determinata preferibilmente per la classe A.

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

Per le terre destinate ai massicci rinforzati, alle prove ordinarie sulle terre naturali, debbono essere aggiunte le determinazioni delle seguenti caratteristiche:

- prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati – Analisi chimica (UNI EN 1744-1/1999);
- misure di pH e resistività elettrica (BS 1377 Part 3).

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

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

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

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

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

L'art. 15 del D.M. 145/2000 - Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici stabilisce che gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificatamente previsti dal Capitolato Speciale di Appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata del laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

Il sito della prova può essere compreso nell'area d'ingombro del corpo stradale, anche in corrispondenza di un tratto di rilevato: in questo caso dopo la sperimentazione è fatto obbligo all'Impresa di demolire le sole parti del manufatto non accettabili, sulla base delle prestazioni ad esse richieste nella configurazione finale.

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

A titolo orientativo, per quanto attiene alle modalità operative che dovranno essere dettagliate nel piano presentato 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 del rilevato deve risultare almeno pari a tre volte quella del rullo;
- 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 osservate 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 prove di controllo dopo successive passate (ad esempio, dopo 4, 6, 8, passate).

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

Per le cave di prestito messe a disposizione dalla Stazione appaltante, le aree da cui debbono prelevarsi i materiali sono consegnate all'Appaltatore in occasione della consegna dei lavori (ovvero di verbale parziale, se è disposta una consegna frazionata).

Per l'occasione possono essere specificate le particolari modalità previste in progetto e che l'Impresa deve rispettare in ordine:

- ad eventuali condizioni particolari di prelievo del materiale (estrazione in acqua, a strati suborizzontali o frontali, uso o meno di mine);
- alla regolamentazione in materia d'ambiente, d'inquinamento atmosferico ed acustico, di sicurezza dell'esercizio;
- alle condizioni di stoccaggio del materiale cavato;
- alle opere provvisorie e finalizzate al deflusso delle acque;
- alle vie di accesso (viabilità interessata e piste di servizio);
- al ripristino dei luoghi dopo l'esercizio (ricucitura vegetazionale e modellazione morfologica, ripristini di pavimentazioni, ecc.).

Per le cave di prestito proposte dall'Appaltatore, o individuate sotto la sua responsabilità, in difformità del progetto, ovvero nel caso in cui il progetto ne lasci l'onere all'esecutore, la soluzione deve essere da questo sottoposta all'approvazione del Direttore dei Lavori, provvedendo a corredare la richiesta di:

- indagini preliminari con prove di laboratorio finalizzate alla valutazione dell'attitudine all'impiego
- valutazione delle cubature estraibili;
- modalità di esercizio come sopra specificato;
- benessere del proprietario del suolo allo sfruttamento.

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 proporre, 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.

In relazione alle cubature da conferire a discarica (ed eventualmente anche da mettere a deposito provvisorio), in siti non previsti o non esaurientemente trattati in progetto, l'Appaltatore è tenuto a produrre:

- gli studi di stabilità e d'integrazione ambientale della discarica, particolarmente per quanto riguarda l'idrologia superficiale e profonda e l'impatto paesaggistico;
- le autorizzazioni rilasciate dagli Enti competenti in materia, in accordo alle norme ed ai regolamenti vigenti, come pure quelle relative all'occupazione dei terreni, da parte dei proprietari.

In linea generale i materiali idonei provenienti dagli scavi debbono essere utilizzati immediatamente, senza far ricorso a luoghi di deposito provvisori.

Nel caso in cui le materie provenienti dagli scavi dovessero essere temporaneamente accantonate, per essere utilizzate successivamente nei riempimenti di cavi, rinterri, eccetera, esse possono essere depositate nell'ambito del cantiere o in luoghi tali da non provocare danni a persone e cose ed intralci al traffico.

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

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

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, da verificare nel campo prova, in ordine a:
 - spessori di stesa consentiti dai mezzi di costipamento;
 - attitudine dei mezzi d'opera e, in particolare, dei compattatori ad assicurare le prescritte prestazioni;
 - numero di passate e velocità media di avanzamento dei mezzi costipanti.
- le prevalenti condizioni di umidità naturale 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;
- 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 serie 9000.

88.c) Esecuzione del corpo stradale

88.c.1) Piano di appoggio dei rilevati

Immediatamente prima della costruzione del rilevato, l'Impresa deve procedere alla rimozione ed all'asportazione della terra vegetale, facendo in modo che il piano di imposta risulti quanto più regolare possibile, privo di avvallamenti e, in ogni caso, tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di scoticamento si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto.

Ogni qualvolta i rilevati debbano poggiare su declivi con pendenza superiore al 15% circa, anche in difformità del progetto il piano particolareggiato delle lavorazioni prevederà che, ultimata l'asportazione del terreno vegetale, fatte salve altre più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, si deve procedere alla sistemazione a gradoni del piano di posa dei rilevati con superfici di appoggio eventualmente in leggera pendenza. Per la continuità spaziale delle gradonature si 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 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.

Quando siano prevedibili cedimenti eccedenti i 15 cm dei piani di posa dei rilevati, l'Impresa deve prevedere nel piano dettagliato un programma per il loro controllo ed il monitoraggio per l'evoluzione nel tempo. La posa in opera delle apparecchiature necessarie (piastre assestometriche) e le misurazioni dei cedimenti sono eseguite a cura dell'Impresa, secondo le indicazioni della Direzione dei lavori.

La costruzione del rilevato deve essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo ancora da scontare, al termine della sua costruzione, risulti inferiore al 10% del cedimento totale stimato e comunque minore di 5 cm.

L'Impresa è tenuta a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento delle quote di progetto, ad avvenuto esaurimento dei cedimenti, senza per ciò chiedere compensi aggiuntivi.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni, motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione (o altrimenti detto di compressibilità) M_d , determinato sul piano di posa (naturale o bonificato), secondo la norma CNR 146/92, al primo ciclo di carico, nell'intervallo compreso tra $0,05 \div 0,15 \text{ N/mm}^2$, deve risultare non inferiore a:

- 15 N/mm^2 (valore minimo per consentire il corretto costipamento degli strati soprastanti), quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è maggiore di 2,00 m;
- 20 N/mm^2 , quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 1,00 e 2,00 m;
- 30 N/mm^2 , quando la distanza del piano di posa del rilevato rispetto al piano di appoggio della pavimentazione è compresa tra 0.50 e 1,00 m;

Per distanze inferiori a 0.50 m si applicano i requisiti richiesti ai sottofondi.

Le caratteristiche di portanza del piano di posa del rilevato devono essere accertate in condizioni di umidità rappresentative delle situazioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli, di lungo termine, con la frequenza stabilita dalla Direzione Lavori in relazione all'importanza dell'opera, all'omogeneità del terreno di posa e, comunque, in misura non inferiore ad una prova ogni 5000 m^2 . Per i materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) la determinazione del modulo di deformazione viene effettuata in condizioni sature.

Quando la natura e lo stato dei terreni di impianto dei rilevati non consentono di raggiungere con il solo costipamento i valori di portanza richiesti, può essere introdotto nel programma dettagliato delle lavorazioni l'approfondimento degli scavi per la sostituzione di un opportuno spessore del materiale esistente con idonei materiali di apporto. In alternativa può essere adottato un adeguato trattamento di stabilizzazione.

88.c.2) Strati anticapillari

Gli strati anticapillari sono strati di rilevato costituiti da materiali granulari ad alta permeabilità eventualmente protetti da geotessili con funzione anticontaminante.

Lo strato anticapillare in materiale naturale, dello spessore generalmente compreso tra 30 e 50 cm, deve essere costituito da terre granulari (ghiaia, ghiaietto ghiaino), con granulometria compresa tra 2 e 50 mm, con passante al setaccio da 2 mm non superiore al 15% in peso e, comunque, con un passante al setaccio 0,075 mm non superiore al 3%.

Il materiale deve risultare del tutto esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali; è ammesso l'impiego di materiali frantumati ovvero riciclati.

Salvo maggiori e più restrittive verifiche, il controllo qualitativo dello strato anticapillare va effettuato mediante analisi granulometriche da eseguirsi in ragione di almeno 1 prova ogni 100 m³ di materiale posto in opera.

In associazione allo strato granulare anticapillare può essere posto sul piano di appoggio del rilevato uno strato geotessile.

I geotessili sono costituiti, salvo diversa prescrizione specifica, da tessuto non tessuto, a caratteristiche il più possibile isotrope, ottenuto da fibre 100% polipropilene o poliestere di prima qualità (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate principalmente mediante sistema di agugliatura meccanica, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici e/o processi di termofusione, termocalandratura e termolegatura, salvo che per processi di finitura del prodotto. I geotessili sono denominati a filo continuo quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata; a fiocco quando la lunghezza del filamento varia da 20 a 100 mm.

I geotessili debbono presentare superficie scabra, essere imputrescibili ed atossici, essere resistenti ai raggi ultravioletti (se destinati a permanere all'aperto per più di 12 ore) ai solventi, alle reazioni chimiche che si producono nel terreno, alle cementazioni naturali, all'azione di microrganismi, nonché essere antinquinanti ed isotropi.

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

Il materiale, del peso previsto in progetto per l'impiego specifico, deve rispondere ai requisiti minimi riportati in Tabella 1.2:

Tabella 1.2			
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Peso per unità di superficie	UNI 5114	g/m ²	Secondo Progetto
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI EN ISO 13934-1/2000	kN/m	18
Allungamento, in %	UNI EN 29073-3/1993	%	60
Lacerazione, in N	UNI EN 29073-4/1993	kN/m	0,5
Punzonamento, in N	UNI 8279-14/1985	KN	3
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279-13/1985	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 8279-1/1985.

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.

Qualora risultassero valori inferiori a quelli stabiliti, anche da una sola delle prove di cui sopra, la partita deve essere rifiutata e l'Impresa deve allontanarla immediatamente dal cantiere.

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 da rilevato per uno spessore di almeno 30 cm.

88.c.3) Rilevati in terra naturale

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

Per evitare disomogeneità dovute alla segregazione che si verifica durante lo scarico dai mezzi di trasporto, il materiale deve essere depositato subito a monte del posto d'impiego, per esservi successivamente riportato dai mezzi di stesa.

La granulometria dei materiali costituenti i differenti strati del rilevato deve essere il più omogenea possibile. In particolare, deve evitarsi di porre in contatto strati di materiale roccioso, a granulometria poco assortita o uniforme (tale, cioè, da produrre nello strato compattato elevata percentuale dei vuoti), a strati di terre a grana più fine che, durante l'esercizio, per effetto delle vibrazioni prodotte dal traffico, possano penetrare nei vuoti degli strati sottostanti, provocando cedimenti per assestamento del corpo del rilevato.

Durante le fasi di lavoro si deve garantire il rapido deflusso delle portate meteoriche conferendo agli strati pendenza trasversale non inferiore al 4%.

In presenza di paramenti di massicci in terra rinforzata o di muri di sostegno, in genere, la pendenza deve assicurare l'allontanamento delle acque dai manufatti.

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

Lo spessore sciolto di ogni singolo strato è stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione del rilevato, sperimentate in campo prove, secondo le indicazioni riportate nel paragrafo 1.3.

Lo spessore di stesa di norma deve risultare non inferiore a due volte la dimensione massima della terra impiegata ($s \geq 2D_{max}$).

In ogni caso, la terra non deve presentare elementi di dimensioni maggiori di 500 mm; questi debbono essere, pertanto, scartati nel sito di prelievo, prima del carico sui mezzi di trasporto.

Nel rispetto delle previsioni di progetto e delle disposizioni che possono essere date in corso d'opera dalla Direzione Lavori, circa la massima utilizzazione delle risorse naturali impegnate dall'intervento, l'Impresa è tenuta a fornire e, quindi, ad impiegare mezzi di costipamento adeguati alla natura dei materiali da mettere in opera e, in ogni caso, tali da permettere di ottenere i requisiti di densità e di portanza richiesti per gli strati finiti.

Per quanto riguarda l'attitudine dei mezzi di costipamento in relazione alla natura dei materiali da impiegarsi occorre considerare che:

- i rulli a piedi costipanti ed a segmenti sono d'impiego specifico per le terre fini coerenti;
- i rulli a griglia sono d'impiego specifico per le rocce tenere o, comunque, per i materiali per i quali è possibile correggere la granulometria per frantumazione degli elementi di maggiore dimensione;
- i rulli lisci vibranti sono particolarmente adatti per le terre granulari (A1, A2 e A3) e, se molto pesanti, per i detriti di falda contenenti elementi di grosse dimensioni e, in una certa misura, per quelli provenienti da scavi in roccia;
- i rulli gommati sono mezzi versatili e polivalenti; in relazione alle possibilità di variare il peso e la pressione di gonfiaggio dei pneumatici si prestano sia per le terre fini, sia per le terre granulari, sia anche, nel caso di mezzi molto pesanti, per le terre contenenti grossi elementi (detriti di falda);
- i rulli lisci statici vanno utilizzati esclusivamente per la finitura degli strati preliminarmente compattati con i rulli a piedi o con quelli gommati, per regolarizzare la superficie.

Per il migliore rendimento energetico dei mezzi di costipamento è opportuno sceglierne la tipologia più idonea ed operare con umidità prossima a quella ottimale determinata in laboratorio mediante la prova AASHO (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 (cfr. 1.3).

Quando, in relazione all'entità ed alla plasticità della frazione fine, l'umidità supera del 15-20% il valore ottimale, l'Impresa deve mettere in atto i provvedimenti necessari a ridurla (favorendo l'evapotraspirazione) per evitare rischi di instabilità meccanica e cadute di portanza che possono generarsi negli strati, a seguito di compattazione ad elevata energia di materiali a gradi di saturazione elevati (generalmente maggiori del 85-90%, secondo il tenore in fino e la plasticità del terreno). In condizioni climatiche sfavorevoli è indispensabile desistere dall'utilizzo immediato di tali materiali.

Le macchine di costipamento, la loro regolazione (velocità, peso, 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 densità e di portanza, debbono soddisfare i requisiti indicati nel successivo paragrafo 1.5 "Controlli". Durante la costruzione dei rilevati occorre disporre in permanenza di apposite squadre e mezzi di manutenzione per rimediare ai danni causati dal traffico di cantiere oltre a quelli dovuti alla pioggia e al gelo.

Si deve garantire la sistematica e tempestiva protezione delle scarpate mediante la stesa di uno strato di terreno vegetale di circa 30 cm di spessore; questo andrà sistemato a strisce orizzontali, opportunamente assestato, seguendo progressivamente la costruzione del manufatto. Per la sua necessaria ammorsatura si debbono predisporre gradoni di ancoraggio, salvo il caso in cui rivestimento venga eseguito contemporaneamente alla formazione del rilevato stesso. Il terreno vegetale deve essere tale da assicurare il pronto attecchimento e sviluppo del manto erboso, seminato tempestivamente, con essenze (erbe ed arbusti del tipo previsto in progetto) scelte per ottenere i migliori risultati in relazione al periodo operativo ed alle condizioni locali.

La semina deve essere ripetuta fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'Impresa deve provvedere al ripristino delle zone ammalorate a sua cura e spese.

Nel caso in cui si preveda un'interruzione dei lavori di costruzione del rilevato di più giorni, l'Appaltatore è tenuto ad adottare ogni provvedimento per evitare infiltrazioni di acque meteoriche nel corpo del rilevato. Allo scopo, le superfici, ben livellate e compattate, debbono risultare sufficientemente chiuse e presentare pendenza trasversale non inferiore al 6%.

Se nei rilevati dovessero avvenire cedimenti differiti, dovuti a carenze costruttive, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire a sue spese i lavori di ricarica, rinnovando, ove occorra, anche la sovrastruttura stradale.

Nel caso di sospensione prolungata della costruzione, alla ripresa delle lavorazioni la parte di rilevato già eseguita deve essere ripulita dalle erbe e dalla vegetazione che vi si fosse insediata; inoltre lo strato superiore deve essere scarificato, praticandovi dei solchi, per il collegamento dei nuovi strati; è prudente in questo caso ripetere le prove di controllo dell'addensamento e della portanza.

88.c.4) *Massicci in terra rinforzata*

Si ottengono per inserimento fra gli strati di un rilevato di elementi resistenti a trazione, di tipo monodirezionale (armature metalliche, generalmente piatte) oppure bidirezionale (geotessili, reti metalliche, geogriglie, ecc..) Ai fini del mantenimento in efficienza del massiccio sono indispensabili speciali caratteristiche dei materiali adottati.

Per il terreno del rilevato in terra rinforzata devono essere impiegate terre appartenenti ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4 e A2-5 della classifica CNR - UNI 10006/2002.

In ogni caso debbono essere rispettate le seguenti condizioni:

- Il terreno di riempimento deve presentare un passante al setaccio da 0.063 mm inferiore al 15%.
- I terreni con passante allo 0.075 mm superiore al 15%, sono ugualmente utilizzabili se:
 - la percentuale del campione esaminato per sedimentazione, di dimensioni minori di 15 micron è inferiore al 10%;
 - la suddetta percentuale rimane compresa tra il 10% e 20% e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio diretto su campioni saturi, risulta superiore a 25°.
- Il terreno di riempimento non deve contenere nessun elemento maggiore di $D = 200$ mm.

Il rilevato può essere alleggerito, con le modalità indicate nei disegni costruttivi, mediante l'interposizione di livelli di argilla espansa a strati di misto granulare o sabbia.

L'inerte leggero deve avere le seguenti caratteristiche :

- $D_{max} < 25$ mm;
- peso di volume saturo a superficie asciutta compreso tra 7 e 8 kN/m³.

Il valore di resistività del materiale, saturato dopo un'ora di contatto terra-acqua alla temperatura di 20°C, deve essere superiore a 1.000 Ohm*cm per opere a secco e 3.000 Ohm•cm per opere inondabili.

Il valore di attività degli ioni (pH) misurato sull'acqua del campione di terra saturato, deve essere compreso tra 5 e 10.

Il contenuto di cloruri e solfati deve essere determinato soltanto per i materiali la cui resistività sia compresa tra 1.000 e 5.000 Ohm•cm e non deve eccedere i valori riportati in Tabella 1.4.

Le armature laminate e profilate debbono essere in acciaio, del tipo Fe 52.

Tabella 1.4		
	Opere a secco	Opere in acqua dolce
Ione Cl	200 mg/kg	100 mg/kg
Ione SO ₄	1000 mg/kg	500 mg/kg

Le reti metalliche sono a doppia torsione a maglie esagonali, tipo 8 x 10 (conformi UNI 8018/1979), con valori elevati di resistenza a trazione (fino a 47 kN/m) senza fenomeni di creep;

Gli elementi di acciaio interrati, di qualsiasi tipo, debbono essere protetti da zincatura a caldo, di spessore minimo garantito di 70 micron, in ragione di circa 5 g di zinco per dm di superficie sviluppata, o debbono essere inossidabili.

I fili sottili, componenti le reti, debbono essere protetti da uno strato di PVC dello spessore di 0,5 mm.

Per il rinforzo dei massicci si possono impiegare geotessili non tessuti in polipropilene o poliestere

Allo scopo di garantire un comportamento omogeneo della terra rinforzata, qualora i materiali di cava non mantengano la prescritta uniformità delle caratteristiche granulometriche e chimiche, l'Impresa è tenuta a stocarli, in apposite aree, al fine di correggerli opportunamente.

La compattazione degli strati deve risultare tale da garantire una densità, sull'intero spessore non inferiore al 92% (95% nel caso di strati di sottofondo) della densità massima individuata mediante la prova AASHO Mod. (UNI EN 13286-2/2005), mentre il modulo di deformazione determinato in accordo alla norma CNR 146/92 deve risultare non inferiore a 50 N/mm². Se la granulometria del materiale non consente l'esecuzione di prove di costipamento di laboratorio, secondo la norma UNI EN 13286-2/2005, il controllo del costipamento va effettuato attraverso prove di modulo di deformazione a doppio ciclo di carico, secondo la norma CNR 146/92.

88.c.5) Sottofondo

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 fra il terreno in sito (nelle sezioni in trincea o a raso campagna) ovvero 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 o bonifica del fondo naturale di trincea 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:

- di conferire 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);
- di proteggere, in fase di costruzione, gli strati sottostanti dall'infiltrazione d'acqua di pioggia e, durante l'esercizio, lo 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 A1-a della classificazione CNR-UNI 10006/2002, 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 A1-b, A2-4 ed A2-5, con passante allo 0.075 mm maggiore del 12%, previa stabilizzazione a cemento od a calce-cemento;
- terre dei gruppi A2-6 ed A2-7 con una percentuale di fino maggiore al 5% previa stabilizzazione mista (a calce e cemento) od a sola calce.
- limi dei gruppi A4 ed A5 previa stabilizzazione a calce e cemento, nonché le argille dei gruppi A6 ed A7, 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%.

88.c.6) Controlli

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 1.10.

Tabella 1.10 Frequenza dei controlli delle forniture dei materiali (una prova)						
<i>Destinazione</i>	<i>Rilevato</i>		<i>Sottofondo</i>		<i>Massicci rinforzati</i>	
Tipo di prova	Primi 10000 m ³	Ulteriori m ³	Primi 5000 m ³	Ulteriori m ³	Primi 5000 m ³	Ulteriori m ³
Classificazione (CNR-UNI 10006/2002)	2.000	5.000	500	2.000	500	2.000
Umidità naturale	500	1.000	200	500	200	500
Costipamento AASHO (UNI EN 13286-2/2005)	5.000	10.000	1.000	5.000	1.000	5.000

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 M_d , 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 UNI EN 13286-2/2005, la frazione di materiale trattenuta al setaccio 20 ISO 3310-2 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 UNI CEN ISO/TS 17892-1/2005;
- 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.

In alternativa, od 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 la trave di Benkelmann (CNR 141/92) o con mezzi ad elevato rendimento. Le soglie da raggiungere debbono essere determinate, preliminarmente, sulla base delle correlazioni stabilite in campo prova tra il parametro misurato in questi casi ed il modulo di deformazione, tenuto conto della struttura e della natura della terra in questione.

Le misure di deflessione (anche quelle puntuali) risultano, generalmente, più rapide dalle misure di modulo di deformazione e, pertanto, si prestano bene se occorre determinare la distribuzione spaziale della portanza dei sottofondi realizzati ed il sezionamento della strada in tronchi omogenei di portanza.

Nella Tabella 1.11 sono riassunti i livelli minimi delle prestazioni richieste ai differenti strati posti in opera, in relazione alla loro posizione ed al tipo di strada.

Per gli strati di sottofondo, tenuto conto delle situazioni localmente presenti, possono assumersi soglie minime diverse da quelle riportate nelle 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 1.11 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 1.11		Criteri di qualità e requisiti per gli strati di rilevato e di sottofondo		
STRATO	Tipo di Strada ⁽³⁾	Grado d'addensamento % γ_s max di laboratorio	Modulo di deformazione Md [N/mm ²]	Δh ⁽⁴⁾ [mm]
Sottofondo ⁽¹⁾	Extraurbane principali	≥ 95 % AASHO Mod	≥ 50	$< 2,5$
	Altre	≥ 100 % AASHO St.	≥ 40	$< 3,0$
Rilevato ⁽²⁾	Extraurbane principali	≥ 92 % AASHO Mod	≥ 30	$< 4,0$
	Altre	≥ 97 % AASHO St.	≥ 25	$< 5,0$

(1) In trincea, in tutto lo spessore dello strato di bonifica del sottofondo; in rilevato, nello strato superiore fino ad 1,0 m dal piano di sottofondo;

(2) Strati posti a più di 1,00 m dal piano di posa della pavimentazione;

(3) Tipi di strada secondo il Codice della Strada (Dlgs. 285/92);

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

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 1.11.

Inoltre, trattandosi di misure ad elevato rendimento, le prove con autocarro con asse di 100 kN 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. 1.12.

Tabella 1.12	Frequenza dei controlli sugli strati finiti (una prova ogni.....)				
	RILEVATO		SOTTOFONDO		
Tipo di prova	Primi 5.000 m ³	Ulteriori m ³	Primi 5.000 m ²	Ulteriori m ²	Superficie m ²
Densità	500 – 1.000	3000-5.000	350 - 500	1000	-
Modulo M_d ⁽²⁾	1.000-1500 ⁽¹⁾	5000 ⁽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 1.11.

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).

Eccetto che per le strade soggette a traffico pesante limitato (meno di 100 veicoli commerciali al giorno, per ogni corsia) è 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 dalla portanza dei sottofondi, sull'intera estesa della strada, ottenuta con mezzi ad elevato rendimento.

Quest'ultimo caso deve intendersi obbligatorio per la costruzione dei tronchi autostradali e di strade extraurbane principali;

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.

Art.89) FORMAZIONE DI STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE

Il misto granulare è costituito da 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. Nella sovrastruttura stradale il misto granulare è impiegato per la costruzione di strati di fondazione e di base.

89.a) Materiali costituenti e loro qualificazione

Gli aggregati grossi (trattenuti al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia 4 mm) e gli aggregati fini sono gli elementi lapidei che formano il misto granulare.
 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 nella Tabella 2.1.3

Tabella 2.1.3				
STRADE LOCALI				
<i>Indicatori di qualità</i>			<i>Strato pavimentazione</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Fondazione	Base
Los Angeles	UNI EN 1097/-2/1999	%	≤ 40	≤ 30
Micro Deval Umida	UNI EN 1097-1/2004	%	–	≤ 25
Quantità di frantumato	–	%	–	≥ 60
Dimensione max	UNI EN 933/1	mm	63	63
Sensibilità al gelo In zone considerate soggette al gelo	UNI EN 1367-1/2001	%	≤ 30	≤ 20

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nelle Tabelle 2.2.

Tabella 2.2.3				
STRADE LOCALI (categoria F)				
<i>Passante al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia 4 mm</i>				
<i>Indicatori di qualità</i>			<i>Strato pavimentazione</i>	
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Fondazione	Base
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8/2000	%	≥ 40	≥ 50
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005	%	≤ 6	N.P.
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005	%	≤ 35	≤ 25
Passante allo 0.075	CNR 75/80	%	≤ 6	≤ 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.

Miscela: la miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare deve avere una composizione granulometrica contenuta nei fusi riportati in Tabella 2.3.

Tabella 2.3

Serie setacci ISO 3310-1 e 3310-2		Passante (%)	
Setaccio	56	100	-
Setaccio	22.4	70 - 100	100
Setaccio	12.5	-	70 - 100
Setaccio	8	30 - 70	50 - 85
Setaccio	4	23 - 55	35 - 65
Setaccio	2	15 - 40	25 - 50
Setaccio	0.5	8 - 25	15 - 30
Setaccio	0.063	2 - 15	5 - 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 (UNI EN 13286-47/2006) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia di 20 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 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.

89.b) Accettazione e confezionamento del misto granulare

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione 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 (UNI EN 13286-2/2005).

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

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.

89.c) 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 AASHTO modificata.

89.d) Controlli

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 2.4.

Materiali: 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.

Miscela: 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 2.3). L'equivalente in sabbia dell'aggregato fino va verificato almeno ogni tre giorni lavorativi.

Costipamento: a compattazione ultimata la densità del secco in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento (γ_s max) 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 setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia di 20 mm. In caso contrario, se il trattenuto al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia di 20 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 setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia di 20 mm
- $V' = P'_d / \gamma_s$: Volume della frazione trattenuta al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia di 20 mm
- γ_s : Peso specifico della frazione trattenuta al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia di 20 mm

Portanza: 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.

Sagoma: 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 2.4			
Controllo dei materiali e verifica prestazionale			
<i>TIPO DI CAMPIONE</i>	<i>UBICAZIONE PRELIEVO</i>	<i>FREQUENZA PROVE</i>	<i>REQUISITI RICHIESTI</i>
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Riferimento Tabelle 2.1.1 – 2.1.3
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, poi ogni 6 mesi	Riferimento Tabelle 2.1.1 – 2.2.3
Miscela	Strato finito	Giornaliera oppure ogni 1.000 m ³ di stesa	Curva granulometrica di progetto
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	Prestazioni previste in progetto

Art.90) FORMAZIONE DI STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

Il misto cementato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento). 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.

90.a) Materiali costituenti e loro qualificazione

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

Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia 4 mm) e dagli aggregati fini.

L'aggregato grosso deve essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce lapidee, da elementi naturali tondeggianti, da elementi naturali tondeggianti frantumati, 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 3.1.

Tabella 3.1

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Los Angeles	UNI EN 1097-2/1999	%	≤ 30
Quantità di frantumato	-	%	≥ 30
Dimensione max	UNI EN 933-1/1999	mm	40
Sensibilità al gelo In zone considerate soggette al gelo	UNI EN 1367-1/2001	%	≤ 30
Passante al setaccio 0.075	UNI EN 933-1/1999	%	≤ 1
Contenuto di:			
- Rocce reagenti con alcali del cemento		%	≤ 1

90.a.1.1.1.1.1.1
V
a
i
l
o
r
e

L'aggregato fino deve essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella Tabella 3.2.

Tabella 3.2

<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8/2000	%	≥ 30; ≤ 60
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005	%	≤ 25
Indice Plastico	UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005	%	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

90.a.1.1.1.1.1.2
V
a
i
l
o
r
e

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.

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

Saranno impiegati i seguenti tipi di cemento, elencati nella norma UNI EN 197-1/2007:

- 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.

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

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

È ammesso l'utilizzo di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450-1/2007 e UNI 450-2/2005, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento. La quantità in peso di ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, sarà stabilita con prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso di cemento indicato in prima istanza.

Miscela: 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 3.3.

90.a.1.1.1.1.3

Tabella 3.3			
Serie setacci ISO 3310-1 e ISO 3310-2		Extraurbane principali Cat. B	Extraurbane secondarie Cat. C
		Strade locali Cat. F-extr.	
		Passante (%)	
Setaccio	31.5	100	100
Setaccio	22.4	80 - 100	-
Setaccio	20	72 - 90	65 - 100
Setaccio	12.5	53 - 70	45 - 78
Setaccio	8	40 - 55	35 - 68
Setaccio	4	28 - 40	23 - 53
Setaccio	2	18 - 30	14 - 40
Setaccio	0.500	8 - 18	6 - 23
Setaccio	0.125	6 - 14	2 - 15
Setaccio	0.063	5 - 10	-

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

Tali percentuali saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29. In particolare la miscela adottate dovranno possedere i requisiti riportati nella Tabella 3.4.

90.a.1.1.1.1.4

Tabella 3.4		
Parametro	Normativa	Valore
Resistenza a compressione a 7gg	UNI EN 13286-41/2006	$2.5 \leq R_c \leq 4.5 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione indiretta a 7gg (Prova Brasiliana)	UNI EN 13286-42/2006	$R_t \geq 0.25 \text{ N/mm}^2$

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

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

90.b) Accettazione e confezionamento delle miscele

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare. Ciascuna composizione proposta deve essere corredata da una completa documentazione dello studio di composizione effettuato, 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 $\pm 0.5\%$.

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

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

La zona destinata allo stoccaggio degli aggregati deve essere preventivamente e convenientemente sistemata per evitare la presenza di sostanze argillose e ristagni di acqua che possano compromettere la pulizia degli aggregati. I cumuli delle diverse classi devono essere nettamente separati tra di loro e l'operazione di rifornimento nei pre-dosatori eseguita con la massima cura. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

90.c) Preparazione delle superfici di stesa

La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti prescritti. Ogni depressione, avvallamento o ormaia presente sul piano di posa 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.

90.d) Posa in opera delle miscele

La stesa verrà eseguita impiegando macchine finitrici. Il tempo massimo tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

Le operazioni di compattazione dello strato devono essere realizzate con apparecchiature e sequenze adatte a produrre il grado di addensamento e le prestazioni richieste. La stesa della miscela non deve di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 0°C e mai sotto la pioggia.

Nel caso in cui le condizioni climatiche (temperatura, soleggiamento, ventilazione) comportino una elevata velocità di evaporazione, è necessario provvedere ad una adeguata protezione delle miscele sia durante il trasporto che durante la stesa.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non deve superare di norma le due ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti devono adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare. Il giunto di ripresa deve essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale. Non devono essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e finitura dello strato, deve essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di $1-2 \text{ kg/m}^2$ (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

Il tempo di maturazione protetta non dovrà essere inferiore a 72 ore, durante le quali il misto cementato dovrà essere protetto dal gelo.

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate sono consentite solo se previste nella determinazione della resistenza raggiunta dal misto.

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

90.e) Controlli

90.e.1) strade locali

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 3.7.

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 EN 12350-7:2002.

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 sarà effettuato il controllo della densità in situ.

A compattazione ultimata la densità in situ, 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 e del pacchetto sovrastante per densità in situ comprese tra 95 e 98 % del valore di riferimento;
- del 20 % dell'importo dello strato e del pacchetto sovrastante per densità in situ comprese tra 92 e 95 % del valore di riferimento.

Tabella 3.7			
STRADE LOCALI – Cat. F-extr.			
<i>Controllo dei materiali e verifica prestazionale</i>			
<i>TIPO DI CAMPIONE</i>	<i>UBICAZIONE PRELIEVO</i>	<i>FREQUENZA PROVE</i>	<i>REQUISITI RICHIESTI</i>
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 3.1
Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure Ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 3.2
Acqua	Impianto	Iniziale	Paragrafo 3.1
Cemento	Impianto	Iniziale	Paragrafo 3.1
Aggiunte	Impianto	Iniziale	Paragrafo 3.1
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m ² di stesa	Curva granulometrica di progetto; contenuto di cemento
Carote per spessori	Pavimentazione	Ogni 100m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Strato finito (densità in situ)	Strato finito	Giornaliera oppure Ogni 5.000 m ² di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela

90.e.1.1.1.1.1

Art.91) FORMAZIONE DI STRATI IN CONGLOMERATO BITUMINOSO A CALDO

I conglomerati bituminosi a caldo tradizionali sono miscele, dosate a peso o a volume, costituite da aggregati lapidei di primo impiego, bitume semisolido, additivi ed eventuale conglomerato riciclato.

91.a) Materiali costituenti e loro qualificazione

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 4.1, con preferenza per il 50/70 per le temperature più elevate.

Tabella 4.1

91.a.1.1.1.1.1

Bitume				
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>unità di misura</i>	<i>tipo 50/70</i>	<i>tipo 80/100</i>
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426/2002	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427/2002	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593/2001	°C	≤ - 8	≤ - 8
Solubilità	UNI EN 12592/2002	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-2/2004	Pa·s	≥ 0,15	≥ 0,10
Valori dopo RTFOT	UNI EN 12607-1/2002			
Volatilità	CNR54/77	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426/2002	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427/2002	°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.

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

Gli attivanti d'adesione, sostanze tensioattive che favoriscono l'adesione 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 4.3, 4.7, 4.8. 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 4.2.

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:

- Pn = percentuale di legante nuovo da aggiungere riferita al totale degli inerti;
- Pt = percentuale totale di bitume nella miscela di inerti nuovi e conglomerato di riciclo;
- Pv = percentuale di bitume vecchio (preesistente) riferita al totale degli inerti;
- Pr = frazione di conglomerato riciclato rispetto al totale della miscela.

Il valore di Pt viene determinato con l'espressione:

$$Pt = 0,035 a + 0,045 b + cd + f$$

Dove:

- Pt = % di bitume in peso riferita alla miscela totale, espressa come numero intero;
- a = % di aggregato trattenuto al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 2 mm;
- b = % di aggregato passante al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 2 mm e trattenuto al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 0,063 mm;
- c = % di aggregato passante al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 0,063 mm;
- d = 0,15 per un passante al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 0,063 mm compreso tra 11 e 15;
- d = 0,18 per un passante al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 0,063 mm compreso tra 6 e 10;
- d = 0,20 per un passante al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 0,063 mm ≤ 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 D5404-03) 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 4.2

91.a.2)

Attivanti Chimici Funzionali			
Parametro	Normativa	Unità di misura	Valore
Densità a 25/25°C	ASTM D 1298-99(2005)		0,900 - 0,950
Punto di infiammabilità v.a.	UNI EN ISO 22592/2003	°C	200
Viscosità dinamica a 160°C, $\gamma = 10s^{-1}$	UNI EN 13702-2/2004	Pa s	0,03 - 0,05
Solubilità in tricloroetilene	UNI EN 12592/2002	% in peso	99,5
Numero di neutralizzazione	IP 213	mg/KOH/g	1,5-2,5
Contenuto di acqua	ASTM D 95-05e1	% in volume	1
Contenuto di azoto	ASTM D 3228-05	% in peso	0,8 - 1,0

Aggregati: gli aggregati lapidei, di primo impiego o di riciclo, costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo tradizionali. Gli aggregati di primo impiego risultano composti

dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia 4 mm), 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 nelle Tabelle 4.3 al variare del tipo di strada.

Tabella 4.3.3

91.a.2.1.1.1.1.1

STRADE LOCALI					
<i>Trattenuto al setaccio ISO 3310-2 4 mm</i>					
<i>Indicatori di qualità</i>			<i>Strato pavimentazione</i>		
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Base	Binder	Usura
Los Angeles (*)	UNI EN1097-2/1999	%	≤ 40	≤ 40	≤ 25
Micro Deval Umida (*)	UNI EN 1097-1/2004	%	≤ 35	≤ 35	≤ 20
Quantità di frantumato	-	%	≥ 60	≥ 70	100
Dimensione max	UNI EN 933-1/1999	mm	40	30	20
Sensibilità al gelo	UNI EN 1367-1/2001	%	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5	≤ 5	0
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1/1999	%	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Indice appiattimento	UNI EN 933-3/2004	%		≤ 35	≤ 30
Porosità	CNR 65/78	%		≤ 1,5	≤ 1,5
CLA	UNI EN 1097-8/2001	%			≥ 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 nelle Tabelle 4.4.

Tabella 4.4.3

STRADE LOCALI					
<i>Passante al setaccio ISO 3310-2 4 mm</i>					
<i>Indicatori di qualità</i>			<i>Strato pavimentazione</i>		
<i>Parametro</i>	<i>Normativa</i>	<i>Unità di misura</i>	Base	Binder	Usura
Equivalente in Sabbia	UNI EN 933-8/2000	%	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005	%	N.P.		
Limite Liquido	UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005	%	≤ 25		
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1/1999	%		≤ 3	≤ 3
Quantità di frantumato	UNI EN 1097-1/2004	%		≥ 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 ISO 3310-1 con apertura di maglia 0,063 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea,

da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler per conglomerati bituminosi a caldo tradizionali deve soddisfare i requisiti indicati in Tabella 4.5.

Tabella 4.5

TUTTE LE STRADE			
Filler			
Indicatori di qualità			Strato pavimentazione
Parametro	Normativa	Unità di misura	Base Binder Usura
Spogliamento	CNR 138/92	%	≤ 5
Passante allo 0.18	UNI EN 933-1/1999	%	100
Passante allo 0.075	UNI EN 933-1/1999	%	≥ 80
Indice Plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12/2005		N.P.
Vuoti Rigden	CNR 123/88	%	30-45
Stiffening Power Rapporto filler/bitume = 1,5	CNR 122/88	ΔPA	≥ 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.

Conglomerato riciclato: per conglomerato riciclato deve intendersi il conglomerato bituminoso preesistente proveniente dalla frantumazione in frantoio di lastre o blocchi di conglomerato demolito con sistemi tradizionali, oppure dalla fresatura in sito eseguita con idonee macchine (preferibilmente a freddo).

Le percentuali in peso di materiale riciclato riferite al totale della miscela degli inerti, devono essere comprese nei limiti di seguito specificati:

- conglomerato per strato di base $\geq 30\%$
- conglomerato per strato di collegamento $\geq 25\%$
- conglomerato per tappeto di usura $\geq 20\%$

Per la base può essere utilizzato conglomerato riciclato di qualsiasi provenienza; per il binder materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale provenienti solo da questo strato.

La percentuale di conglomerato riciclato da impiegare va obbligatoriamente dichiarata nello studio preliminare della miscela che l'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

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 4.6.

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 4.6.

Tabella 4.6

Serie setacci ISO 3310-1 e ISO 3310-2		Base	Binder	Usura		
				A	B	C
Setaccio	31.5	100	-	-	-	-
Setaccio	22.4	80 – 100	-	-	-	-
Setaccio	20	70 – 95	100	100	-	-
Setaccio	12.5	45 – 70	65 – 85	90 – 100	100	-
Setaccio	8	35 – 60	55 – 75	70 – 90	70 – 90	100
Setaccio	4	25 – 50	35 – 55	40 – 55	40 – 60	45 – 65
Setaccio	2	20 – 35	25 – 38	25 – 38	25 – 38	28 – 45
Setaccio	0,5	6 – 20	10 – 20	11 – 20	11 – 20	13 – 25
Setaccio	0.125	4 – 14	5 – 15	8 – 15	8 – 15	8 – 15
Setaccio	0.063	4 – 8	4 – 8	6 – 10	6 – 10	6 – 10
% di bitume		4,0 – 5,0	4,5 – 5,5	4,8 – 5,8	5,0 – 6,0	5,2 – 6,2

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 4.7 ed in Tabella 4.8.

Tabella 4.7					
METODO VOLUMETRICO		Strato pavimentazione			
91.a.2.2	Condizioni di prova	Unità di misura	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		
<i>Risultati richiesti</i>					
	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 D _G					
(**) Su provini confezionati con 100 rotazioni della pressa giratoria					

Coefficiente di trazione indiretta

$$CTI = \pi/2 \cdot DRt/Dc$$

dove

- D = dimensione in mm della sezione trasversale del provino;
- Dc = deformazione a rottura;
- Rt = resistenza a trazione indiretta.

Sulla miscela definita con la pressa giratoria (provini confezionati al 98% della DG) deve essere sperimentalmente determinato un opportuno parametro di rigidezza (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 4.8					
METODO MARSHALL		Strato pavimentazione			
Condizioni di prova		Unità di misura	Base	Binder	Usura
91.a.2.2.1.1.1	Cos tipamento		75 colpi x faccia		
<i>Risultati richiesti</i>					
	Stabilità Marshall	KN	8	10	11
	Rigidezza 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 D _M					

91.b) Accettazione e confezionamento delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele che intende adottare; 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 setaccio ISO 3310-2 con apertura di maglia 4 mm) contenuti in ± 2 ; scostamenti del passante al setaccio ISO 3310-1 con apertura di maglia 0.063 mm contenuti in $\pm 1,5$.

Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di $\pm 0,25$.

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

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.

91.c) 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 4.9, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 Kg/m².

Tabella 4.9

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 55%
Polarità	UNI EN 1430/2002		positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	45±2
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431/2002	%	55±2
Flussante (%)	UNI EN 1431/2002	%	1-6
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	2-6
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
<i>Residuo bituminoso</i>			
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426/2002	dmm	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427/2002	°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 4.10 , dosata in modo che il bitume residuo risulti pari a 0.30 Kg/m².

Tabella 4.10

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Cationica 60%	Cationica 65%
Polarità	UNI EN 1430/2002		Positiva	positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	40±2	35±2
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431/2002	%	60±2	65±2
Flussante (%)	UNI EN 1431/2002	%	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
<i>Residuo bituminoso</i>				
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426/2002	dmm	> 70	> 70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427/2002	°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 4.11, 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 4.11

Indicatore di qualità	Normativa	Unità di misura	Modificata 70%
Polarità	UNI EN 1430/2002		Positiva
Contenuto di acqua % peso	CNR 101/84	%	30±1
Contenuto di bitume+flussante	UNI EN 1431/2002	%	70±1
Flussante (%)	UNI EN 1431/2002	%	0
Viscosità Engler a 20 °C	CNR 102/84	°E	> 20
Sedimentazione a 5 g	CNR 124/88	%	< 5
<i>Residuo bituminoso</i>			

Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426/2002	dmm	50-70
Punto di rammolimento	UNI EN 1427/2002	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398/2004	%	> 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 4.10 e nella Tabella 4.11..

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.

91.d) Posa in opera delle miscele

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

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

Nella stesa si deve porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una 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 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 150 kN.

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.

91.e) Controlli

91.e.1) Strade locali

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi e della loro posa in opera sarà effettuato mediante prove di laboratorio sulla miscela e sulle carote estratte dalla pavimentazione. L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella 4.14.

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.

Sulla miscela deve essere determinata la percentuale di bitume, la granulometria degli aggregati, la quantità di attivante d'adesione; devono inoltre essere 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.

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (DM), stabilità e rigidità (UNI EN 12697-34/2004); percentuale dei vuoti residui (UNI EN 12697-8/2003); resistenza alla trazione indiretta (UNI EN 12697-23/2006).

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 e lo spessore facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'Impresa) verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile (per i vuoti in opera) del 12%.

Valori dei vuoti superiori al 12% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per il tappeto di usura verrà inoltre misurata l'aderenza (resistenza di attrito radente) con lo Skid Tester secondo la norma UNI EN 13036-4/2005. Per valori di BPN (British Pendulum Number), inferiori a 55 verrà applicata una detrazione dell'1% del prezzo di elenco per ogni unità in meno.

Le detrazioni determinate per i diversi parametri di controllo saranno cumulate.

Tabella 4.14

STRADE LOCALI				
<i>Controllo dei materiali e verifica prestazionale</i>				
STRATO	TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO	FREQUENZA PROVE	REQUISITI RICHIESTI
Base, Binder, Usura	Bitume	Cisterna	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 4.1
Base, Binder,	Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure	Riferimento Tabella 4.2.3

Usura			ogni 2500 m ³ di stesa	
Base, Binder, Usura	Aggregato fino	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 4.3.3
Base, Binder, Usura	Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 m ³ di stesa	Riferimento Tabella 4.4
Base, Binder,	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5.000 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Usura	Conglomerato sfuso	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 10.000 m ² di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Base, Binder, Usura	Carote x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore previsto in progetto
Base, Binder, Usura	Carote x densità in sito	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	98% del valore risultante dallo studio della miscela
Usura	Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	BPN 55

Art.92) GEOSINTETICI E GEOCOMPOSITI

92.a) Geotessili in tessuto non tessuto

92.a.1) Generalità

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio, o per migliorare le caratteristiche di portanza dei terreni di fondazione.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dall'Ufficio di Direzione Lavori.

92.a.2) Caratteristiche dei materiali

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante agugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5,30 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 300 g/m² e non superiore a 400 g/m². In funzione del peso unitario, i geotessili in propilene dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

peso unitario (g/m ²)	spessore a 2 kPa (mm)	resistenza a trazione (kN/m)	allungamento a rottura (%)
≥ 300	≥ 1,2	≥ 60	≥ 40
≥ 400	≥ 1,5	≥ 70	≥ 40

Per l'avvolgimento di tubazioni di drenaggio potranno essere utilizzati tessuti non tessuti di peso unitario inferiore.

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

92.a.3) Modalità esecutive

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm. Il fissaggio sul piano di posa sarà effettuato in corrispondenza dei bordi longitudinali e trasversali con infissione di picchetti di legno della lunghezza di 1,50 metri, a distanza di 1 metro.

Per i tappeti da porre in opera in acqua, L'Impresa dovrà impiegare apposito mezzo natante e saranno a suo carico gli oneri per il materiale di zavoratura.

92.a.4) *Prove di accettazione e controllo*

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati rilasciati dal costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali. Prima dell'esecuzione dei lavori l'Ufficio di Direzione Lavori verificherà comunque la rispondenza del materiale ai requisiti prescritti, prelevando dei campioni di materiale in quantità tale da poter effettuare almeno una serie di prove di controllo ogni 1000 metri quadrati di telo da posare e almeno una per quantità globale inferiore. Se i risultati delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale cui la prova si riferisce verrà scartato.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Art.93) *RIPRISTINO DELLE PAVIMENTAZIONI STRADALI MANOMESSE*

I lavori relativi al ripristino delle pavimentazioni manomesse comprenderanno:

- la rifilatura del ripristino con macchina a lama circolare in modo da ottenere figure geometriche regolari;
- lo scavo dell'area soggetta al ripristino di profondità variabile secondo le direttive della Direzione Lavori con carico e trasporto del materiale di risulta alla pubblica discarica;
- la stesa e la rullatura dei materiali bituminosi di spessore variabile secondo le direttive della Direzione Lavori;
- la sigillatura del perimetro del ripristino mediante stesa di mastice bituminoso.

Per quanto riguarda le prescrizioni tecniche relative alla fornitura di materiali, di manufatti e di conglomerati bituminosi tipo (fusi granulometrici, percentuali di bitume, valori caratteristici derivanti dalla prova Marshall), la Ditta dovrà attenersi scrupolosamente alle norme attualmente in vigore presso la Città e specificatamente descritte nel fascicolo "Norme e prescrizioni tecniche" approvate con deliberazione del Consiglio Comunale del 16 maggio 1973 esecutive per decorrenza di termini dal 27 luglio 1973 e delle norme tecniche della Città vigenti alla data dell'appalto.

Valgono inoltre le seguenti prescrizioni tecniche relative al mastice bituminoso da impiegare nella sigillatura del perimetro del ripristino che dovrà essere composto da bitume, elastomeri e carica minerale (calce idrata ventilata):

- penetrazione a 25°C dmm 30-40
- punto di rammollimento 70°C
- punto di rottura (fraas) minimo – 18°C.

Art.94) *CONTROLLO DEI REQUISITI DI ACCETTAZIONE*

L'Impresa ha l'obbligo di fare eseguire prove sperimentali sui campioni di aggregato o di legante per la relativa accettazione qualora la Direzione Lavori lo ritenesse necessario.

L'Impresa è poi tenuta a presentare con congruo anticipo, rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni cantiere di confezione, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettata dalla Direzione Lavori la composizione granulometrica della curva di progetto proposta, l'Impresa dovrà attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con controlli a campione.

Non saranno ammesse variazioni delle singole percentuali del contenuto di aggregato grosso di +5% per lo strato di base di +3% per gli strati di base di binder ed usura.

Per gli strati di base, binder ed usura non saranno ammesse variazioni del contenuto di sabbia (per sabbia si intende il passante al setaccio mm. UNI) di +2%; per il passante al setaccio 0,075 mm UNI di +1,5%.

Per la percentuale di bitume non sarà tollerato uno scostamento da quella di progetto di +0,25%.

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

In corso d'opera ed in ogni fase delle lavorazioni la Direzione Lavori effettuerà a sua discrezione tutte le verifiche, prove e controlli atti ad accertare la rispondenza qualitativa e quantitativa dei lavori alle prescrizioni contrattuali.

Art.95) PRELEVAMENTO CAMPIONI DI BITUME

Durante l'esecuzione dei lavori e comunque prima della stesura dello stato finale, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, in contraddittorio con la Ditta esecutrice dei lavori, campioni di materiali bituminosi già in opera, estraendo dei tasselli che, chiusi in appositi involucri opportunamente sigillati verranno inviati ad un Laboratorio Ufficiale di Analisi per ulteriori accertamenti sull'idoneità dei materiali impiegati.

Se ritenuto necessario dalla Direzione Lavori, si potranno prelevare campioni di materiale sciolto (prima della stesa) per essere inviati al laboratorio per effettuare tutti gli accertamenti necessari.

Tutte le spese relative alle suddette analisi, ivi compreso il prelevamento dei campioni, sono a completo carico dell'impresa.

Art.96) PROVE DI CARICO SU PIASTRA

A Discrezione della direzione lavori potranno essere eseguite prove di carico con piastra per la determinazione del modulo di deformazione.

Per l'esecuzione della prova è necessario disporre di un contrasto fisso, che può essere costituito dalla parte posteriore del telaio di un autocarro sul cui asse gravi un carico almeno doppio di quello massimo da esercitare sulla piastra.

Vengono quindi applicati incrementi di carico, effettuando le corrispondenti letture dei cedimenti ai comparatori e dunque si procede allo scarico completo.

Requisiti richiesti dalla norma CNR UNI 10006 - Costruzione e manutenzione delle strade

Sottofondo e strati di rilevato: modulo di deformazione non minore di 150 Kg/cm^q per tutte le categorie di strade;

Fondazione: strade a media ed elevata intensità di traffico, Md non inferiore a 800 Kg/cm^q, per strati posti ad oltre 20 cm dal piano viabile; Md non inferiore a 1000 Kg/cm^q, per strati di base immediatamente a contatto con il manto di conglomerato bituminoso. Strade a limitata intensità di traffico, Md non inferiore a 400 Kg/cm^q.

Per strati superficiali di usura non protetti di strade a limitata intensità di traffico, Md non inferiore a 1000 Kg/cm^q.

Art.97) MARCIAPIEDI E ISOLE DIVISORIE

97.a) Fondazione in cls e rete metallica elettrosaldata

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione delle fondazioni delle pavimentazioni che lo prevedono dovrà avere caratteristiche strutturali e designazione secondo la norma UNI EN 206.

Il calcestruzzo sarà a "prestazione garantita" per strutture di fondazione a contatto con terreni non aggressivi ed avrà le seguenti caratteristiche.

- classe di resistenza alla compressione C 8/10 – Rck > 100 Kg/cm²
- classe di esposizione xc2
- valore nominale del grano massimo 32 mm.
- classe di consistenza al getto S3
- classe di contenuto in cloruri Cl 0,4

- Rete metallica elettrosaldata ϕ 6 200 x 200 mm – acciaio B450 C

La fondazione dovrà essere gettata in opera su di uno strato di almeno $sp=10$ cm di ghiaia vagliata opportunamente compattata.

Art.98) CORDOLI IN CLS VIBROCOMPRESSO

98.a) Cordoli 12/15x25x100

Elementi prefabbricati per cordonature, in calcestruzzo vibrocompresso a sezione rettangolare delle dimensioni di cm 12/15 x25x 100 circa, con spigoli smussati e peso al ml circa kg 80, provvisti di marcatura CE, idonei al contenimento perimetrale di pavimentazioni.

I cordoli saranno realizzati con calcestruzzo vibrocompresso e dovranno possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

- resistenza caratteristica a flessione: Classe 1S ($> 3,5$ Mpa)
- resistenza minima a flessione: Classe 1S ($> 2,8$ Mpa)
- resistenza all'abrasione : Classe 1F
- resistenza alle intemperie: Classe 2B (assorbimento acqua $< 6\%$)

Dovranno rispondere alla normativa UNI EN 1340 ed alla Direttiva 89/106/CEE

Posa cordoloni in cemento pressovibrato.

La posa dei cordoloni in cls vibrocompresso avverrà mediante scavo per far posto al manufatto, secondo le quote stabilite e le pendenze originate dalle livellette degli stradini adiacenti.

Realizzazione di sottofondo in calcestruzzo, consistente nella miscela di cemento kg 150/mc, sabbia 0,400 mc, ghiaietto mc 0,800; per una larghezza di cm 50 e spessore cm 15. Parimenti dovrà essere realizzato un idoneo rinfianco con lo stesso materiale indicato.

Posa dei cordoloni affiancati utilizzando gli appositi incastri.

Sigillatura dei giunti e delle superfici combacianti con idonea malta cementizia.

Art.99) GUIDE IN PIETRA

Le guide rette o curve in granito bianco, sienite o diorite a scelta della D.L., di larghezza cm.12 e spessore cm.25, disposte a correre, saranno fornite dall'Impresa senza smussi, con tre facce tagliate di cui una di esse, quella a vista da cm.12, con superficie bocciardata a punta grossa.

I cordoni e le guide saranno disposti secondo i disegni di progetto e posati su uno strato di cls dosato a kg 150 di cemento 325, dello spessore di cm 15 e larghezza cm 40 per i cordoni e dello spessore di cm 15 e larghezza cm 22 per le guide, adeguatamente rinfianciati con cls delle stesse caratteristiche e sigillati nei giunti con colata di pastina di cemento.

I cordoni e le guide dovranno essere di colore uniforme, con esclusione di quelli macchiati. Gli elementi curvi dovranno presentare raggio adeguato alle sistemazioni in progetto.

Nella posa dei cordoni e delle guide l'eccesso di malta dovrà essere immediatamente rimosso e non saranno accettati giunti con larghezza superiore a 6/8 mm.

Art.100) PAVIMENTAZIONE IN CUBETTI DI PIETRA DI LUSERNA

Pavimentazione eseguita con cubetti in pietra di Luserna aventi spigolo di 6-8 cm, posati a disegno secondo il piano di cava e a disegno secondo quanto descritto dagli elaborati grafici.

La posa avverrà su strato di sabbia e cemento $sp=4$ cm. Dopo la posa dei cubetti la pavimentazione sarà costipata mediante battitura con apposita piastra vibrante. I giunti della pavimentazione non dovranno superare la larghezza di 10 mm e dovranno essere sigillati a sabbia e cemento.

Particolare attenzione dovrà porsi per tutti gli elementi che dovranno essere inseriti e/o spostati nella pavimentazione (chiusini, bocchettoni di scarico, soglie e manufatti vari) che dovranno essere posati ad una quota in modo tale che, ad operazione eseguita, risultino complanari.

Art.101) **ELEMENTI DI ARREDO URBANO**

101.a) **Paletti dissuasori**



I dissuasori di traffico saranno del tipo “Città di Torino” a paletto con terminale superiore composto da una emisfera, in acciaio zincato a caldo e verniciato a polveri con colore RAL 6009.

Dimensioni:

- diam.paletto cm 10
- altezza cm 120 (100 fuori terra)
- emisfera: diam mm 80 su disco diam mm 100, spess mm 20

A richiesta della D.L. i dissuasori dovranno essere muniti di ganci per il fissaggio di catene o avere la possibilità di sgancio dal fondo mediante idonea chiave.

La posa avverrà con annegamento in plinto di cls della parte terminale del fondo per circa cm 20.



101.b) **Transenne**

Transenna metallica a singola o doppia croce di S. Andrea, costituita da 2/3 montanti in profilo quadrato mm 40x40x3, traverse e crocere in profilo rettangolare mm 40x25x3 e ma corrente superiore in profilo speciale sagomato.

Piedi con profili quadri di dimensioni crescenti, calzati e saldati ai montanti.

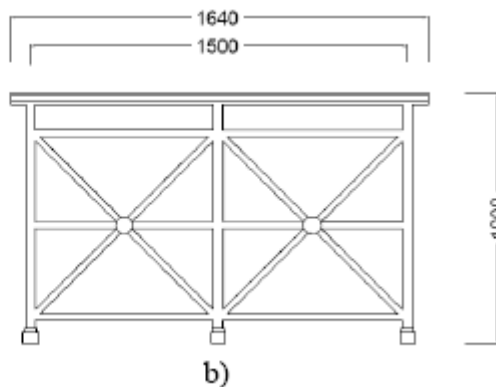
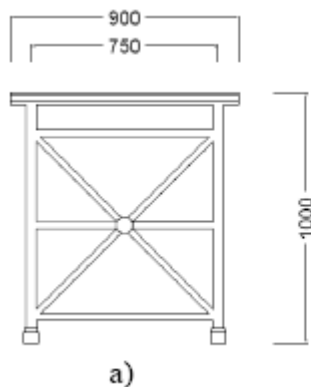
Il punto di intersezione della crociera è mascherato da un piatto circolare diam mm 70 spess .4 mm. Tutte le giunzioni dovranno essere saldate.

Dimensioni:

- singola: lunghezza cm 90; altezza complessiva cm 130; 110 fuori terra
- doppia: lunghezza cm 165; altezza complessiva cm 130; 110 fuori terra

Struttura completa in acciaio zincato a caldo e verniciato a polveri con colore verde RAL 6009.

La posa avverrà con annegamento in plinto di cls della parte terminale del fondo per circa cm 20.



101.c) Posa di transenne e paletti dissuasori

Le transenne ed i paletti dovranno essere posati su pavimentazioni esistenti in materiale bituminoso, lastre in pietra, masselli in pietra, cubetti in porfido o sienite e dovranno essere posati perfettamente verticali, allineati e allo stesso livello secondo le indicazioni della Direzione Lavori e successivamente fissati con cemento alluminoso.

Per la posa dei manufatti dovranno essere realizzati, sulla pavimentazione esistente, opportuni fori di adatto diametro e per una sufficiente profondità, con macchina carotatrice.

Nelle pavimentazioni in cubetti si dovrà preventivamente estrarre gli stessi per la realizzazione del foro sul sottostante sottofondo in cls.

Successivamente alla posa, ove occorra, si dovrà procedere al ripristino della pavimentazione con analogo materiale esistente.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori dovranno essere adottate tutte le cautele necessarie affinché i manufatti non subiscano danni.

Art.102) SEGNALETICA STRADALE

102.a) Segnaletica stradale verticale

Elementi costitutivi

Segnali stradali quadrati, rettangolari o circolari in alluminio spessore 25/10 A.I.H.I.

Palina di supporto in acciaio zincato.

Specifiche tecniche materiali

I segnali stradali saranno tutti in alluminio, spessore 25/10 mm. Il supporto in alluminio dovrà aver subito le necessarie lavorazioni quali: carteggiatura meccanica, sgrassaggio, lavaggio, fosfocromatazione e lavaggio demineralizzato, quindi dopo l'applicazione di vernici tipo Wash- Primer, dovrà essere verniciato in color grigio neutro con processo elettrostatico e polveri termoindurenti cotte al forno a 180 ° per 30'. Sul supporto così preparato verrà applicata la pellicola retro riflettente " a pezzo unico" secondo il disciplinare approvato con DM 31/5/95, n.1584 e s.m.i.

Le paline avranno un diametro minimo di 60 mm , uno spessore minimo di 3,25 mm ed un'altezza tale da poter collocare il cartello all'altezza minima prevista dal Codice della Strada. La D.L., qualora lo ritenga necessario, potrà richiedere che la palina sia dotata di cavallotti fissati alla base con sistemi band-it.

In ogni caso i segnali dovranno essere conformi alle prescrizioni del DPR 495/92, ed in particolare alle prescrizioni dell'art. 80.

Modalità di esecuzione

La palina di sostegno verrà posata indipendentemente dal supporto, nei punti indicati negli elaborati grafici e secondo le indicazioni che verranno eventualmente impartite dalla D.L.

Per quanto riguarda il numero e le tipologie dei segnali si rimanda agli elaborati grafici.

102.b) Segnaletica stradale orizzontale

La segnaletica orizzontale sarà realizzata con vernice spartitraffico rifrangente composta di resina alchidica e cloro caucciù per segnaletica stradale orizzontale con almeno il 10% in peso di microsferiche di vetro premiscelate.

Le strisce laterali di delimitazione e quelle di mezzzeria avranno una larghezza minima di cm 12.

COLORI: Bianco - Giallo

PESO SPECIFICO: 1,65 – 1,75 Kg/lit

VISCOSITA': 150÷160F/4 a20°C.

SPESSORE DEL FILM SECCO: 40 micron circa per strato

CAPO 19 - OPERE A VERDE

Art.103) MATERIALE VEGETALE

Per materiale agrario si intende tutto il materiale vivo e inerte usato negli specifici lavori di agricoltura, vivaismo e giardinaggio (es. terreni e substrati di coltivazione) necessario alla realizzazione di aree prative e

Materiale vegetale -(materiale agrario vivo)

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale vivo (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro.

Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18/6/1931 n. 987 e 22/5/1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni.

L'Impresa dovrà dichiararne la provenienza alla Direzione Lavori.

a) Sementi

Le sementi fornite per la formazione di prati rustici previsti in progetto dovranno essere di ottima qualità, in confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza. Le sementi dovranno risultare certificate a norma di legge vigente. I miscugli proposti in questa sede potranno subire modifiche secondo indicazioni della Direzione Lavori, che verificherà i risultati conseguiti durante lo svolgimento dei lavori.

L'Impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità, con l'indicazione del grado di purezza, di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie (in particolare per i tappeti erbosi) dovrà rispettare le percentuali richieste negli elaborati di progetto.

Tutto il materiale di cui sopra dovrà essere fornito in contenitori sigillati e muniti della certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette).

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

Il miscuglio da impiegare sarà composto da specie erbacee fitostabilizzatrici:

Silene, Deschampia, Agrostis, Fetuca, Phragmites, in grado di favorire l'immobilizzazione degli inquinanti a livello dell'apparato radicale, impedendone il trasferimento alle parti aeree delle piante.

Qualora la miscela necessaria non fosse disponibile in commercio dovrà essere realizzata in cantiere su indicazione della D.L. mediante miscelazione delle sementi componenti divise per qualità; le percentuali dovranno essere calcolate sul numero indicativo di semi.

Al momento della fornitura, l'Impresa nel sottoporre il materiale da fornire all'approvazione della committenza dovrà fornire una certificazione da parte del produttore riguardante la corrispondenza dei prodotti alle normative vigenti nonché le prove di controllo qualità a cui sono stati sottoposti.

Materiale agrario inerte

a) Terra di coltivo riportata L'impresa prima di effettuare il riporto della terra di coltivo dovrà accertarne la qualità per sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori. L'Impresa, su richiesta della Direzione Lavori, dovrà disporre a proprie spese l'esecuzione delle analisi di laboratorio, per ogni tipo di suolo.

La terra di coltivo dovrà essere priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera. La quantità di sostanza organica dovrà essere compresa tra 2-5 %, il rapporto C/N dovrà essere compreso tra 7.5 e 13 e il pH misurato in H₂O dovrà essere compreso fra 5,5 e 7,5.

La quantità di scheletro con diametro maggiore di mm 2 non dovrà eccedere il 10% del peso totale e dovranno essere assenti ciottoli con diametro superiore a cm 4.

La granulometria dovrà rientrare nei seguenti parametri:

✕ Sabbia (diametro compreso tra mm 2 e mm 0,05): 25-50% in peso sulla terra fine

⌘ Limo (diametro compreso tra mm 0,05 e mm 0,002): 30-50% in peso sulla terra fine

⌘ Argilla (diametro inferiore a mm 0,002): 10-30% in peso sulla terra fine.

Gli elementi impiegati dovranno rispettare le caratteristiche prescritte dalla Legge n. 748 del 19/10/1984 - "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti".

La terra di coltivo dovrà essere priva di sostanze tossiche ed agenti patogeni e non superare i valori di cui al D.M. 25 ottobre 1999 n. 471.

Inoltre la terra agraria di coltivo dovrà risultare conforme ai limiti previsti dalla colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/2006 (CSC per siti ad uso residenziale/verde pubblico)

b) Concimi

Per la concimazione dovranno essere utilizzati fertilizzanti minerali e/o organici, secondo le indicazioni di progetto e della Direzione Lavori.

Per concimazioni organiche andranno usati materiali d'origine animale e/o vegetale stabilizzati con titolo dichiarato.

Per concimazioni minerali andrà usato concime minerale composto NPK + Mg e microelementi, contenente azoto nitrico e ammoniacale a pronto effetto e azoto ad azione prolungata, presente in percentuale di almeno il 60% dell'azoto totale, prodotto granulare.

I concimi minerali devono avere titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica.

La Direzione Lavori potrà ordinare analisi in contraddittorio di questo materiale per verificarne la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art.104) MODALITA' DI ESECUZIONE

Modalità di esecuzione dei lavori

A) Lavorazione agronomiche del suolo

Su indicazione della Direzione Lavori, l'Impresa dovrà procedere alla lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria preferibilmente eseguita con l'impiego di mezzi meccanici ed attrezzi specifici a seconda della lavorazione prevista dagli elaborati di progetto.

Le lavorazioni saranno eseguite nei periodi idonei, con il terreno in tempera, evitando di danneggiarne la struttura e di formare suole di lavorazione.

Nel corso di questa operazione l'Impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali di particolare valore estetico (es. rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.

Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli naturali di rilevanti dimensioni che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura di cui si ignori l'esistenza (es. cavi, fognature, tubazioni, reperti archeologici, ecc.), l'Impresa dovrà interrompere i lavori e chiedere istruzioni specifiche alla Direzione Lavori.

Ogni danno conseguente alla mancata osservanza di questa norma dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'Impresa.

Rimane comunque l'obbligo dell'Impresa di eseguire o far eseguire a sua cura e spese, tutti gli accertamenti presso i relativi catasti dei sottoservizi, atti ad accertare la presenza o meno di manufatti nel sottosuolo.

B) Realizzazione dei tappeti erbosi.

Nella realizzazione dei vari tipi di prati sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione, alle irrigazioni ed al primo taglio.

I prati saranno manti erbosi compatti, saldamente radicati allo strato di suolo vegetale, costituiti da più specie erbacee.

I lavori per la formazione dei prati verranno realizzati dopo la messa a dimora delle piante arboree ed arbustive e dopo la esecuzione delle eventuali opere murarie ed attrezzature di arredo in modo tale che, una volta completate le semine, nessuna lavorazione ostacoli o danneggi le aree seminate.

C) Preparazione del terreno per la semina

L' intervento, comprende ogni lavorazione ritenuta di volta in volta necessaria: aratura, fresatura, spietramento e rimozione del ciottolame affiorante dal terreno, modellazione, allontanamento di materiali estranei dal letto di semina, fornitura del miscuglio, semina, rullatura, carico e trasporto in discarica od il recupero in cantiere di eventuali materiali di risulta, eventuali irrigazioni di soccorso necessarie alla germogliazione ed all'accestimento del seme.

Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso, l'Impresa a completamento di quanto specificato in precedenza dovrà eseguire, se necessario, una ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra di coltivo fine ed uniforme. Dopo avere seguito le operazioni indicate negli artt. Precedenti l'Impresa dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, buca o avvallamento.

Gli eventuali residui della rastrellatura dovranno essere allontanati dall'area del cantiere e conferiti alla pubblica discarica.

D) Semina

La quantità di sementi dovrà essere proporzionata al tipo di miscuglio individuato e comunque in quantità non inferiore a gr 15/m²

In condizioni atmosferiche e stagionali sfavorevoli, la quantità di sementi per m² dovrà essere adeguatamente aumentata.

La semente dovrà essere distribuita uniformemente. Durante la semina, si dovrà fare attenzione a conservare l'uniformità della miscela, provvedendo eventualmente a rimescolarla.

Dopo la semina, le aree a prato dovranno essere segnalate in modo tale da impedire che il personale addetto al cantiere non calpesti i il seminato durante la prima fase di crescita; tale segnalazione deve essere rimossa qualora non né sussista più la necessità, secondo le indicazione della Direzione Lavori.

Stagione di semina

La semina di regola dovrà essere realizzata in primavera o,preferibilmente in autunno, e comunque con temperature del suolo superiori ad 8°C e sufficiente umidità, scegliendo il periodo più adatto ad assicurare la prescritta composizione floristica.

In ogni caso i tappeti erbosi verranno presi in consegna dalla Città esclusivamente dopo l'accertamento da parte della D.L. sia dell'omogeneo inerbimento delle superfici, sia dell'avvenuta effettuazione del primo taglio.

Qualora l'Impresa si rendesse responsabile di eventuali danneggiamenti più o meno estesi alle aree seminate, dovrà provvedere al ripristino con ogni onere a suo carico.

Art.105) AMMENDAMENTO E CONCIMAZIONE

Dopo aver effettuato le lavorazioni preliminari, l'Impresa, su istruzione della DL, dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo.

Art.106) SEMINA DEI PRATI

La semina dovrà essere effettuata con macchine seminatrici ed il terreno rullato in modo omogeneo.

I prati dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, esenti da malattie, chiarie ed avvallamenti dovuti all'assestamento del terreno o ad altre cause.

Il miscuglio verrà indicato al momento dell'approvvigionamento delle sementi dalla D.L. in relazione alle tipologie dei siti da inerbire.