



Settore Infrastrutture Stradali
Patrimonio ed Edilizia Scolastica
Via Bella Rocca n. 7 – 26100 Cremona
Tel. 0372 – 4061

S.P. n. 33 "SENIGA – ISOLA PESCAROLI"
RIQUALIFICA A ROTATORIA DELL'INTERSEZIONE
CON LA S.P. N. 27 "POSTUMIA" IN COMUNE DI
PIEVE SAN GIACOMO
CUP: G41B21000010002

ELABORATI TECNICO-CONTABILI
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
PRESCRIZIONI TECNICHE

COD: **33-E-P-10-60-00-0**

SCALA: -

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO		VERIFICATO	
0	EMISSIONE	S&C	09/2024		

CODIFICA DOCUMENTO:

33EP106000-0.docx

Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Ing. Mara Cimarosti

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO

IL PROGETTISTA

Arch. Giulio Biroli

Ing. Mara Cimarosti

Via G.A.Poli, 100
25018 Montichiari (BS)
Tel 030-9651824

pec: mara.cimarosti@ingpec.eu

PROGETTO ESECUTIVO

I N D I C E

1.	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	3
1.1	CORPO STRADALE.....	4
1.1.1	<i>Rilevato.....</i>	4
1.1.2	<i>Stabilizzazione delle terre con calce, cemento o con calce e cemento.....</i>	5
1.2	CARREGGIATA.....	7
1.2.1	<i>Misto granulare stabilizzato</i>	7
1.2.2	<i>Misto cementato.....</i>	8
1.3	MATERIALI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI.....	10
1.3.1	<i>Emulsione bituminosa per mano d'ancoraggio</i>	10
1.3.2	<i>Emulsione bituminosa per mano d'attacco</i>	11
1.3.3	<i>Leganti bituminosi semisolidi</i>	12
1.3.4	<i>Attivanti chimici funzionali (ACF).....</i>	15
1.3.5	<i>Attivanti di adesione (DOPES, DP).....</i>	16
1.3.6	<i>Normative per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi</i>	16
1.3.7	<i>Aggregati</i>	17
1.3.8	<i>Additivi minerali (filler).....</i>	19
1.3.9	<i>Miscele.....</i>	19
1.3.9.1	<i>Strato di base (mista bitumata) con bitume di base (tal quale) e modificato.....</i>	20
1.3.9.2	<i>Strato di collegamento (binder) con bitume di base (tal quale) e modificato</i>	22
1.3.9.3	<i>Strato di usura (tappeto) con bitume di base (tal quale) e modificato.....</i>	24
1.3.9.4	<i>Strato di usura (tappeto) antiskid SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)</i>	25
1.4	MANUFATTI E OPERE D'ARTE.....	28
1.4.1	<i>Materiali per conglomerati cementizi semplici, armati e precompressi</i>	28
1.4.2	<i>Materiali laterizi</i>	29
1.4.3	<i>Legnami.....</i>	30
1.4.4	<i>Pietrame</i>	31
1.4.5	<i>Geotessili e prodotti affini.....</i>	32
1.4.6	<i>Manti impermeabilizzanti</i>	34
1.4.7	<i>Vernici protettive</i>	35
1.4.8	<i>Guarnizioni in gomma, giunti water-stop.....</i>	36
1.4.9	<i>Prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo armato normale e precompresso</i>	37
1.4.10	<i>Pozzetti, embrici, cordoli, canaline passacavi, cunette, fossi di guardia</i>	38
1.4.11	<i>Plinti prefabbricati per pali di illuminazione</i>	38
1.4.12	<i>Tubazioni e cavidotti</i>	38
1.4.13	<i>Tubazioni in PEAD.....</i>	39
1.4.14	<i>Chiusini e caditoie.....</i>	39
1.4.15	<i>Palancolati</i>	40
1.5	ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE.....	40
1.6	SEGNALETICA STRADALE VERTICALE	43
1.7	SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE	46
1.8	IMPIANTI TECNOLOGICI.....	52
1.9	BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI RITENUTA	64
2.	MODO DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI	66
2.1	CORPO STRADALE.....	66
2.1.1	<i>Tracciamenti, modinature, picchettamento confini.....</i>	66
2.1.2	<i>Scavi, scavi di scotico e di risanamento.....</i>	67
2.1.3	<i>Demolizioni</i>	68
2.1.4	<i>idrodemolizioni.....</i>	69
2.1.5	<i>Scarifica e fresatura della pavimentazione stradale.....</i>	69

2.1.6	Rilevati	70
2.2	CARREGGIATA.....	74
2.2.1	Strato di fondazione	74
2.2.1.1	Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato.....	74
2.2.1.2	Strato di fondazione in misto cementato.....	75
2.2.2	Pavimentazioni in conglomerato bituminoso.....	77
2.2.2.1	Pulizia del piano viabile	77
2.2.2.2	Mano d'ancoraggio e mano d'attacco dei conglomerati bituminosi.....	77
2.2.2.3	Accettazione del piano di posa.....	77
2.2.2.4	Confezione degli impasti	77
2.2.2.5	Trasporto e posa in opera	78
2.3	MANUFATTI E OPERE D'ARTE.....	80
2.3.1	Scavi di fondazione e di sbancamento.....	80
2.3.2	Rinterri	81
2.3.3	Condotte con scatolari, tubi, conalette prefabbricate	81
2.3.3.1	Scatolari	81
2.3.3.2	Tubi	82
2.3.3.3	Mezzi tubi	82
2.3.3.4	Canalette di irrigazione.....	83
2.3.4	Pavimentazioni con masselli autobloccanti in calcestruzzo	83
2.3.5	Pavimentazioni con cubetti e lastre di porfido.....	84
2.3.6	Pozzetti.....	85
2.3.7	Chiusini e caditoie.....	85
2.3.8	Cordoli	85
2.3.9	Cavidotti.....	85
2.4	TRAVI DA PONTE PREFABBRICATE	86
2.4.1	Caratteristiche dei materiali	86
2.4.2	Documenti di accompagnamento.....	87
2.4.3	Prove e Controlli	87
2.4.4	Prove di carico e collaudo.....	88
2.4.5	Manutenzione	88
2.4.6	Normativa di riferimento.....	89
2.4.7	Misurazione e contabilizzazione	89
2.5	DIAFRAMMI.....	90
2.5.1	CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA	90
2.5.2	PROVE DI CARICO PER I SOLI ELEMENTI DI DIAFRAMMA CON FUNZIONE PORTANTE VERTICALE.....	92
2.5.3	PROVE DI CARICO LATERALE.....	93
2.5.4	PROVE SU PANNELLI STRUMENTATI.....	93
2.6	OPERE E MANUFATTI IN METALLO	94
2.7	IMPERMEABILIZZAZIONI	94
2.7.1	Guaine bituminose.....	94
2.7.2	Asfalto colato	95
2.8	MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI, ARMATI, PRECOMPRESSI	95
2.9	SEGNALETICA.....	102
2.10	IMPIANTI TECNOLOGICI.....	103
2.11	BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI RITENUTA	103
3.	NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE LAVORAZIONI	104
3.1	CERTIFICATO DI QUALITÀ	104
3.2	ACCERTAMENTI PREVENTIVI	104
3.3	PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA	104

3.4	MOVIMENTO DI TERRA PER LA FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE.....	105
3.5	STABILIZZAZIONE DELLE TERRE	108
3.6	SCAVO PER IMPIANTO E FONDAZIONE DI OPERE D'ARTE	109
3.7	CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI, MURATURE E DEMOLIZIONI.....	109
3.8	RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE CON SCOGLIERE.....	111
3.9	DIAFRAMMI.....	111
3.10	IMPALCATI DA PONTE.....	111
3.11	INTONACI, MURATURE FACCIA A VISTA, RIVESTIMENTI DI SCARPATE, SELCIATI, PAVIMENTAZIONI.....	111
3.12	TUBI DI CEMENTO O DI PLASTICA E CANALI DI CEMENTO	111
3.13	ACCIAIO, GHISA ED ALTRI METALLI	111
3.14	MATERIALI DA FORNIRSI PER LAVORI IN ECONOMIA.....	111
3.15	CIGLIATURA	112
3.16	MISTO GRANULARE STABILIZZATO E MISTO CEMENTATO	112
3.17	CONGLOMERATI BITUMINOSI	113
3.18	SCARIFICA E FRESATURA.....	118
3.19	CORDOLI.....	118
3.20	MANTO IMPERMEABILIZZANTE.....	118
3.21	SEGNALETICA VERTICALE	118
3.22	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	119
3.23	IMPIANTI ELETTRICI	119
3.24	BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI RITENUTA	122

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

I materiali e i componenti da impiegare nei diversi lavori dovranno essere di ottima qualità, trovarsi in perfetto stato di conservazione e rispondere a tutte le norme di Legge e di Capitolato; prima del loro impiego verranno esaminati ed accettati in via provvisoria dal Direttore dei Lavori, fatta salva la possibilità di esprimere diverso giudizio in seguito ai risultati delle prove di laboratorio od in sito effettuate successivamente.

Malgrado l'accettazione dei materiali e dei componenti da parte del Direttore dei Lavori l'Appaltatore resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali e dei componenti stessi.

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali e dei componenti impiegati o da impiegare che il Direttore dei Lavori crederà opportuno eseguire.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio e le prove effettuate, che saranno di qualunque tipo, serviranno a determinare le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali e dei componenti.

Le diverse prove ed esami sui campioni verranno effettuate presso Laboratori Ufficiali scelti dal Direttore dei Lavori oppure effettuati in contraddittorio fra Direttore dei Lavori ed Appaltatore previa stesura del verbale di prova od esame firmato dalle parti.

I materiali ed i componenti rifiutati saranno allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore .

Dovranno altresì essere osservate le norme del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) e dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), nonché, quando richiamate, le norme ASTM (American Society for Testing Materials), AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) e altre norme concernenti i materiali da impiegare e/o i lavori stessi.

1.1 CORPO STRADALE

1.1.1 Rilevato

Per la formazione del rilevato saranno impiegate esclusivamente terre appartenenti ai gruppi A1 e/o A3 secondo la classificazione CNR – UNI 10.006/63 e s.m.i. sotto riportata. Altre tipologie di terre e materiali (compresi quelli di riciclaggio e/o recupero, anche se ottenuto da processi di stabilizzazione e vagliatura) potranno essere utilizzati previa necessaria stabilizzazione anche in sito e/o relative certificazioni per l'impiego in conformità alla normativa vigente al momento dell'avvio dei lavori.

In particolare i materiali riciclati eventualmente proposti dovranno essere conformi all'allegato C/1 della Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n. 5205 del 15/7/2005 per la realizzazione del corpo dei rilevati stradali (o analoga normativa di riferimento in vigore al momento dell'avvio dei lavori) in sostituzione delle terre dei gruppi A1-A3 garantendo le stesse caratteristiche finali in termini di portanza.

Per la formazione dei rilevati e dei riempimenti potranno altresì essere reimpiegate le terre provenienti dagli scavi eseguiti nell'ambito del cantiere, se di adatta natura per il loro specifico utilizzo finale.

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.

Per la formazione delle banchine laterali, per il rivestimento delle scarpate del rilevato, e per il riempimento delle aiuole direzionali, quando non sia prevista la realizzazione di una opportuna pavimentazione, si dovranno impiegare terre argillose, sufficientemente dotate di sostanze organiche e atte a ricevere una coltura erbacea, dei gruppi A6 e/o A7 o terre proveniente dagli scavi di scotico e di sbancamento se di adatta natura.

CLASSIFICAZIONE GENERALE CNR UNI 10.006/63 (stralcio)						
Classificazione generale	Terre ghiaio-sabbiose			Terre limo-argillose		
	frazione passante al setaccio			frazione passante al setaccio		
	0,075 UNI 2332 \leq 35%			0,075 UNI 2332 $>$ 35%		
Gruppo	A1		A3	A6	A7	
Sottogruppo	A1-a	A1-b			A7-5	A7-6
Analisi granulometrica frazione passante al setaccio						
2 UNI 2332 %	≤ 50	–	–	–	–	–
0,4 UNI 2332 %	≤ 30	≤ 50	> 50	–	–	–
0,075 UNI 2332 %	≤ 15	≤ 25	≤ 10	> 35	> 35	> 35
Caratteristiche della frazione passante al setaccio 0,4 UNI 2332						
Limite liquido	–	–	–	≤ 40	> 40	> 40
Indice di plasticità	≤ 6		n.p.	> 10	> 10	> 10
Indice di gruppo	0		0	≤ 16	≤ 20	

Quando le caratteristiche e/o l'umidità delle terre impiegate sono tali da non consentire il costipamento necessario a raggiungere l'addensamento e la portanza richiesti dal presente Capitolato ed eventualmente necessari al transito delle macchine e dei mezzi d'opera durante i lavori, l'Appaltatore, a proprie cure e spese, è tenuto a mettere in atto i provvedimenti correttivi per modificare le caratteristiche delle terre, compreso il contenuto d'acqua naturale e/o a secondo dei casi, a modificarle mediante stabilizzazione.

1.1.2 Stabilizzazione delle terre con calce, cemento o con calce e cemento

Il processo di stabilizzazione consiste nel miscelare intimamente le terre argillose con calce di apporto, in quantità tale da modificarne le caratteristiche fisico-chimiche (granulometria, suscettività all'acqua, umidità) e meccaniche, così da renderle idonee per la formazione di strati che dopo il costipamento presentino adeguata resistenza meccanica e stabilità all'azione dell'acqua ed eventualmente del gelo.

Con riferimento alla classificazione CNR-UNI 10006 e s.m.i. si prestano, al trattamento con calce le terre fini plastiche argille limose dei gruppi A6 e A7 non eccessivamente plastiche, così come quelle del gruppo A5, quando di origine vulcanica od organogena. Ghiaie argillose, identificabili come A2-6 e A2-7, possono essere convenientemente stabilizzate con calce, quando contengano una frazione di passante al setaccio 0.4 UNI non inferiore al 35%.

Possono essere convenientemente trattate a calce, altresì, le vulcaniti vetrose, costituite da terre pozzolaniche ricche di silice amorfa.

In ogni caso, la terra deve essere priva di elementi di grosse dimensioni, tali da impedire l'azione dei mezzi di miscelazione.

L'attitudine al trattamento dei terreni, differenziata in relazione alla destinazione del materiale, deve risultare da appositi studi preliminari di laboratorio, da eseguirsi a onere e cura dell'Appaltatore, attraverso i quali sono determinati anche i dosaggi di legante da adoperare ed il campo dei tenori in acqua da osservare nel costipamento delle miscele.

Nel caso di terre appartenenti ai gruppi A4 e A5 la calce aerea può essere utilizzata esclusivamente per ridurre l'umidità del terreno naturale per esigenze di compattazione. In questo caso, per migliorare le caratteristiche meccaniche dei materiali e renderle stabili nel tempo, occorre aggiungere, successivamente alla calce, leganti idraulici quali cemento Portland 32.5. I requisiti meccanici delle miscele terra-calce-cemento, devono essere i medesimi richiesti per le miscele terra-calce. La stabilizzazione mista con calce e successivamente con cemento può essere utilizzata anche in presenza di argille ad elevata plasticità ($IP > 20$), se interessa acquisire la stabilità all'acqua delle miscele a breve termine (entro 30+40 giorni dalla stabilizzazione).

Le terre da stabilizzare, in ogni caso, devono presentarsi prive di humus e radici, nonché libere da corpi estranei ed elementi lapidei di grossa pezzatura. Debbono inoltre avere le seguenti caratteristiche:

Granulometria: deve rientrare nel fuso di cui alla norma CNR 36/73; sono ammesse granulometrie diverse da quelle interamente comprese nel fuso a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio delle miscele in laboratorio ed eventualmente in campo prova.

Indice di plasticità: l'indice di plasticità, determinato secondo la norma CNR-UNI 10014, deve risultare compreso tra 10 e 35. E' ammesso un valore minore della plasticità (ma in nessun caso inferiore a 5) a condizione che si dimostri l'idoneità del processo di stabilizzazione attraverso uno studio preliminare di laboratorio.

Contenuto di sostanze organiche: il tenore in materie organiche del terreno, determinato mediante ossidazione con bicromato di potassio (AFNOR NF 94-055), deve essere inferiore al 2% in massa. Questo limite può essere superato, fino al valore del 4% in caso di trattamento dei terreni in situ per la sistemazione del piano di posa dei rilevati, purché sia dimostrato il raggiungimento dei requisiti di resistenza richiesti.

Contenuto di solfati: il contenuto totale di sali di zolfo (solfati e solfuri), determinato secondo la norma UNI 8520 parte 11, deve essere inferiore allo 0.25%; si possono accettare, solo sulla base di uno specifico studio di laboratorio, terre con un contenuto di solfati compreso tra 0.25% e 1%. In nessun caso possono essere ritenuti idonei per la stabilizzazione con calce terre con un contenuto di solfati totali superiore all'1%.

Determinazione del consumo iniziale di calce: il consumo immediato di calce, ovvero la quantità di calce necessaria per soddisfare le reazioni immediate terra-calce in relazione alla capacità di scambio cationico dei materiali argillosi, determinato secondo la norma ASTM C977-92, deve essere maggiore dell'1.5%.

Contenuto di nitrati: il contenuto di nitrati deve risultare inferiore allo 0.1%

Valore di blu di metilene (VB): per essere accettabile una terra deve presentare un valore di blu VB $> 200 \text{ cm}^3$, determinato in conformità alla norma UNI 8520, parte 15a.

Calce

I tipi di calce da impiegare sono:

calce aerea idrata in polvere, sfusa o in sacchi;

calce aerea viva macinata sfusa, o in sacchi.

L'impiego di calce idrata e/o viva confezionata in sacchi, è tollerato solo eccezionalmente per piccoli cantieri, dove l'intervento complessivo di trattamento interessi una superficie inferiore a 2.000 m² o un volume di terra da trattare inferiore a 1000 m³.

L'impiego della calce viva macinata, per il suo effetto essiccante, è preferibile nei casi in cui i valori di umidità siano sensibilmente più elevati di quelli ottimali per il costipamento. Entrambi i tipi di calce debbono rispondere ai requisiti di accettazione indicati nel R.D. 2231/39; essi, inoltre, debbono avere le caratteristiche chimiche (UNI-EN 459-2/96) e le caratteristiche granulometriche riassunte nella seguente tabella:

Requisito	calce viva	calce idrata
CO ₂	≤ 5%	-
Titolo in ossidi liberi (CaO + MgO)*	≥ 84%	-
Tenore in MgO	≤ 10%	≤ 8%
Titolo in idrati totali	-	> 85%
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ + S ₀₃	≤ 5%	≤ 5%
Umidità	-	≤ 2%
Acqua legata chimicamente	≤ 2%	-
Reattività all'acqua	> 60° entro 25'	-
Passante al setaccio 2 mm	100%	100%
Passante al setaccio 0.2 mm	≥ 90%	-
Passante al setaccio 0.075mm	≥ 50%	≥ 90%

* La determinazione del titolo in ossidi liberi espresso come CaO deve essere effettuata secondo la formula $(100-I-2.27 \cdot CO_2-X)$ dove: I è la percentuale di impurezze (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ + S₀₃), X è la percentuale di acqua legata chimicamente.

Cemento

Nel caso di stabilizzazione mista con calce e cemento possono impiegarsi cementi Portland o pozzolanici del tipo 32.5.

Acqua

L'eventuale acqua di apporto deve risultare priva di impurità e di materie organiche.

1.2 CARREGGIATA

1.2.1 Misto granulare stabilizzato

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 migliorare le proprietà fisico-meccaniche, capace di formare, opportunamente umidificato, uno strato denso, ben legato e dotato di elevata stabilità meccanica.

La granulometria del materiale, dopo l'eventuale correzione e miscelazione, dovrà essere compresa nel seguente fuso e dovrà avere un andamento continuo e uniforme parallelo a quello delle curve limite.

Serie setacci ISO (mm)	Miscela (passante %)
Setaccio 45	100
Setaccio 31,5	85 - 99
Setaccio 16	50 - 78
Setaccio 8	31- 60
Setaccio 4	18 - 46
Setaccio 2	10 - 35
Setaccio 1	6 - 26
Setaccio 0,5	2 - 20
Setaccio 0,063	2 - 7

Qualora il materiale non rientri nel fuso sopra indicato l'Appaltatore dovrà apportare le necessarie correzioni della granulometria con l'avvertenza che lo stesso presenti in ogni punto la prescritta granulometria prima e dopo il costipamento.

Gli inerti della frazione trattenuta al setaccio 4 mm devono presentare una perdita in peso alla prova Los Angeles non superiore al 30%.

I materiali riciclati eventualmente proposti, oltre a possedere tutte le relative autorizzazioni, dovranno essere conformi all'allegato C/3 della Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n. 5205 del 15/7/2005 per la realizzazione dello strato di fondazione dei rilevati stradali (o analoga normativa di riferimento in vigore al momento dell'avvio dei lavori) in sostituzione del misto granulare naturale stabilizzato garantendo le stesse caratteristiche finali in termini di portanza.

1.2.2 Misto cementato

Il misto cementato è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare stabilizzato) e/o di materiali inerti riciclati autorizzati, trattata con legante idraulico (cemento) ed acqua in impianto centralizzato con dosatori a peso o a volume da stendersi in un unico strato. La miscela deve assumere, dopo un adeguato tempo di stagionatura, una resistenza meccanica durevole ed apprezzabile mediante prove eseguite su provini di forma assegnata, anche in presenza di acqua e gelo.

Aggregati

Nel caso di inerti vergini saranno impiegate ghiaie e sabbie di cava e/o di fiume con percentuale di frantumato complessiva compresa tra il 30 ed il 60% in peso sul totale degli inerti. Nel caso di inerti riciclati questi dovranno essere conformi all'allegato C/3 della Circolare del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio n. 5205 del 15/7/2005 per la realizzazione dello strato di fondazione dei rilevati stradali (o analoga normativa di riferimento in vigore al momento dell'avvio dei lavori).

I materiali di recupero dovranno inoltre aver cessato la qualifica di rifiuto. L'Impresa prima dell'inizio delle relative lavorazioni dovrà presentare alla DL le autorizzazioni (che abbiano ottenuto efficacia), ex art. 208 del D.lgs. 152/06 e s.m.i.

relativamente agli impianti produttori fornitori dei medesimi materiali derivanti dal recupero. Tali autorizzazioni non potranno avere scadenza incompatibile con l'ultimazione dei lavori in riferimento al cronoprogramma ufficiale del cantiere. In caso contrario il materiale riciclato dovrà essere sostituito con materiale vergine ma verrà compensato come se fosse riciclato.

Il Direttore dei Lavori potrà permettere l'impiego di quantità di materiale frantumato superiore al limite stabilito; in questo caso la miscela finale dovrà essere tale da presentare le stesse resistenze a compressione e a trazione a 7 giorni prescritte nel seguito; questo risultato potrà ottenersi aumentando la percentuale delle sabbie presenti nella miscela e/o la quantità di passante al setaccio 0,063 mm.

Gli aggregati avranno i seguenti requisiti:

aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm né di forma appiattita, allungata o lenticolare.

granulometria compresa nel seguente fuso ed avente andamento continuo ed uniforme:

Serie setacci ISO (mm)	Miscela (passante %)
Setaccio 40	100
Setaccio 31,5	90 - 100
Setaccio 22,4	81 - 88
Setaccio 16	60 - 80
Setaccio 11,2	49 - 70
Setaccio 8	40 - 55
Setaccio 5,6	31 - 46
Setaccio 4	26 - 40
Setaccio 2	17 - 30
Setaccio 0,5	6 - 15
Setaccio 0,25	4 - 10
Setaccio 0,125	2 - 6
Setaccio 0,063	2 - 5

Perdita in peso alla prova Los Angeles (UNI EN 933-1) della frazione trattenuta al setaccio 4 mm non superiore al 30%.

Equivalente in sabbia (UNI EN 933-8): compreso fra 30 e 60.

Indice di plasticità (CNR UNI 10014): uguale a zero (materiale non plastico).

L'Appaltatore dopo aver eseguito prove di laboratorio, dovrà proporre al Direttore dei Lavori la composizione da adottare e successivamente la osservanza della granulometria dovrà essere assicurata con esami giornalieri a cura e spesa dell'Appaltatore.

Verrà ammessa una tolleranza di $\pm 5\%$ fino al passante al setaccio 4 e di $\pm 2\%$ per il passante al setaccio 2 e inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Legante

Verrà impiegato cemento normale (Portland, Pozzolanico o d'altoforno) della norma UNI EN 197-1.

A titolo indicativo la percentuale del cemento sarà compresa tra il 2,5% e il 4% in peso sul peso degli inerti asciutti.

Acqua

Dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva. La quantità di acqua nella miscela sarà quella corrispondente all'umidità ottima di costipamento (rilevabile con lo studio con pressa giratoria) con una variazione compresa entro $\pm 2\%$ del peso della miscela per consentire il raggiungimento delle resistenze indicate.

Studio della miscela in laboratorio

L'Appaltatore dovrà proporre al Direttore dei Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

La percentuale esatta di cemento, come pure la percentuale di acqua, saranno stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in laboratorio, secondo quanto previsto dal B.U. CNR N. 29.

In particolare la miscele adottate dovranno possedere i requisiti:

	normativa	valore
Resistenza a compressione a 7 gg	CNR 29/72	$2,5 \leq R_c \leq 4,5$ MPa
Resistenza a trazione a 7 gg	CNR 97/84	$R_t \geq 0,25$ MPa

La miscela di studio verrà preparata partendo da tutte le classi previste per gli aggregati, mescolandole tra loro, con il cemento e l'acqua.

I suddetti valori per la compressione e la trazione devono essere ottenuti dalla media di 3 provini, se ciascuno dei singoli valori non si scosta dalla media stessa + 15%, altrimenti dalla media dei due restanti dopo aver scartato il valore anomalo.

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

Preparazione della miscela

La miscela potrà essere confezionata in sito ovvero in appositi impianti mobili e/o centralizzati. La dosatura dovrà essere effettuata sulla base di un minimo di tre assortimenti ed il controllo della stessa dovrà essere eseguito almeno ogni 1000 m³ di miscela.

1.3 MATERIALI PER CONGLOMERATI BITUMINOSI

1.3.1 Emulsione bituminosa per mano d'ancoraggio

Per mano di ancoraggio si intende una emulsione bituminosa a rottura lenta e bassa viscosità, applicata sopra uno strato in misto granulare o cementato 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 a rottura lenta con il 60% di bitume residuo (designazione secondo UNI EN 13808: C 60 B 10) rispondente alle specifiche indicate nella tabella, applicata con un dosaggio di bitume residuo almeno pari a 1,0 kg/m².

Requisito	Norma	Simbolo	unità di misura	Valori richiesti	Classe
Contenuto di acqua	UNI EN 1428	w	%	40+/-1	6
Contenuto di legante (bitume+flussante)	UNI EN 1431	r	%	> 59	6
Omogeneità	UNI EN 1429		%	≤ 0,2	
Sedimentazione a 7gg	UNI EN 12847	ST	%	≤ 10	3
PH (grado di acidità)	UNI EN 12850			2 - 4	
Miscelazione con cemento	UNI EN 12848		%	< 2	10
Caratteristiche bitume estratto	UNI EN 1431				
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426		0,1 mm	50 - 100	3
Punto di rammollimento	UNI EN 1427		°C	35 - 56	8
Punto di rottura (Frass)	UNI EN 12593		°C	≤ -8	

1.3.2 Emulsione bituminosa per mano d'attacco

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.

EMULSIONE BITUMINOSA PER MANO D'ATTACCO		A rapida rottura	A media velocità di rottura
caratteristiche	u.m.	Valore	
Contenuto d'acqua	% in peso	≤40	≤45
Contenuto di bitume	% in peso	≥60	≥55
Grado di acidità (pH)		2-5	2-5
Polarità delle particelle		positiva (cationica) o negativa (anionica)	
Caratteristiche del bitume estratto			
Penetrazione a 25 °C	dmm	50-120	100-150

Punto di rammollimento	°C	≥40	≥40
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -8	≤ -8

Le emulsioni cationiche bituminose per essere ritenute idonee, e quindi impiegabili, dovranno essere dotate obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti, oltre alle caratteristiche del legante (penetrazione e punto di rammollimento) sono:

- pH
- contenuto di acqua
- polarità particella di bitume

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE, ma contenute nelle presenti norme tecniche).

1.3.3 Leganti bituminosi semisolidi

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

Bitume di base (tal quale)

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

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

BITUME DI BASE (TAL QUALE)		Bitume 50/70	Bitume 70/100
caratteristiche	u.m.	Valore	
PRIMA PARTE			
Penetrazione a 25 °C	dmm	50-70	70-100
Punto di rammollimento	°C	45-60	40-60
Punto di rottura Fraass, min	°C	≤ -6	≤ -8
Ritorno elastico a 25 °C	%	-	-
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	-
Viscosità dinamica a 160 °C	Pa x s	0,03-0,10	0,02-0,10
SECONDA PARTE (valori dopo RTFOT – Rolling Thin Film Oven Test)			

Incremento punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 9
Penetrazione residua	%	≥40	≥50

I leganti bituminosi di base per essere ritenuti idonei, e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- penetrazione a 25 °C
- punto di rammollimento

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE, ma contenute nel presente capitolato).

Bitume modificato

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

in modo soft "SF" : modifica media con le caratteristiche riportate nella tabella successiva

in modo hard "HD": modifica forte con le caratteristiche riportate nella tabella successiva

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

I bitumi di tipo soft potranno essere impiegati nelle miscele normali (base, binder, usura) mentre dovranno essere tassativamente impiegati i bitumi di tipo hard nelle miscele speciali (conglomerato bituminoso per strati di usura antiskid, drenante e drenante alleggerito con argilla espansa) salvo diversa indicazione del Direttore dei Lavori.

BITUME MODIFICATO		Base modifica BM	SOFT	HARD
caratteristiche	u.m.	valore		
PRIMA PARTE				
Penetrazione a 25 °C	dmm	80-100	50-70	50-70
Punto di rammollimento	°C	40-60	60-80	70-90
Punto di rottura Fraass	°C	≤ -8	≤ -10	≤ -12
Ritorno elastico a 25 °C	%	-	≥70	≥80
Stabilità allo stoccaggio tube test	°C	-	≤ 3 (*)	≤ 3 (*)
Viscosità dinamica a 160 °C	Pa x s	0,01-0,10	0,10-0,35	0,15-0,45
SECONDA PARTE (valori dopo RTFOT – Rolling Thin Film Oven Test)				
Incremento punto di rammollimento	°C	≤ 9	≤ 8	≤ 5

Penetrazione residua	%	≥50	≥40	≥40
(*) entrambi i valori del punto di rammollimento ottenuti per il tube test non devono differire dal valore di rammollimento di riferimento di oltre 5°C				

BITUME MODIFICATO PER MANI D'ATTACCO		Bitume SOFT O HARD
caratteristiche	u.m.	Valore
Penetrazione a 25 °C	dmm	50-70
Punto di rammollimento	°C	60-90
Punto di rottura Fraass, min	°C	≤ -10
Viscosità dinamica a 160 °C	Pa x s	0,10-0,45

I leganti bituminosi modificati per essere ritenuti idonei, e quindi impiegabili, dovranno essere dotati obbligatoriamente di marcatura CE.

I requisiti obbligatori richiesti sono:

- penetrazione a 25 °C
- punto di rammollimento
- ritorno elastico a 25 °C

Tutte queste grandezze dovranno rientrare nei parametri indicati nel presente Capitolato (oltre alle altre non facenti parte della marcatura CE, ma contenute nel presente Capitolato).

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, una scheda tecnica del materiale che intende impiegare redatta dal fornitore dalla quale risulti il nome del fornitore stesso, dello stabilimento di produzione e del prodotto, nonché con la precisazione del tipo di modifica e con l'elenco completo delle caratteristiche del bitume modificato confrontate con le prescrizioni tecniche del presente Capitolato Speciale d'Appalto.

1.3.4 Attivanti chimici funzionali (ACF)

Gli ACF sono composti chimici da utilizzare sempre nelle lavorazioni (a caldo e a freddo) in cui si reimpiegano materiali fresati.

Essi devono avere caratteristiche tali da modificare e migliorare le proprietà di adesione, suscettibilità termica, coesione, viscosità e resistenza all'invecchiamento del legante totale (vecchio + nuovo).

Il dosaggio sarà indicativamente dello 0,3%-0,6% in peso rispetto al bitume aggiunto ogni 10% di fresato presente nella miscela, secondo indicazioni del Direttore dei Lavori ed in accordo con i Laboratori accreditati; a seconda dell'impiego l'additivo può essere disperso nell'acqua o nel legante di aggiunta (bitume od emulsione). Può anche essere aggiunto nel fresato, durante la fresatura, nel caso di impiego diretto.

I prodotti devono essere approvati dal Direttore dei Lavori sulla base di specifiche prove eseguite dai Laboratori accreditati valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate e/o definite per la relativa accettazione.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.

Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia al Direttore dei Lavori le bolle di consegna.

1.3.5 Attivanti di adesione (DOPES, DP)

Gli attivanti di adesione hanno la funzione di modificare le caratteristiche superficiali degli aggregati rendendoli idrofobi e allo stesso tempo di aumentare l'adesione inerte/bitume.

Gli attivanti di adesione (a volte compresi anche negli ACF) debbono essere impiegati nel caso si utilizzino aggregati ad elevato tenore in silice come quarziti, graniti ecc (per esempio porfido).

In generale gli attivanti di adesione danno vantaggi anche nel caso di lavorazioni eseguite in condizioni meteorologiche non favorevoli, con aggregati umidi, per pavimentazioni esposte a condizioni severe (temperature basse, frequente spargimento di sali fondenti ecc.).

Indicativamente si impiegano in ragione di 0,3%-0,6% in peso sul bitume a seconda della natura mineralogica dell'inerte, delle caratteristiche del legante (viscosità) e della miscela da realizzare. In linea generale vanno aumentati per miscele aperte e/o bitumi a bassa viscosità e viceversa.

Gli attivanti possono essere dispersi nel bitume (preferibile) o spruzzati sugli aggregati.

I prodotti devono essere approvati dal Direttore dei Lavori sulla base di specifiche prove eseguite da Laboratori Qualificati, valutandone il dosaggio e l'efficacia, eventualmente con metodologie concordate e/o definite dal Direttore dei Lavori per la relativa accettazione.

Inoltre i prodotti devono essere accompagnati dalle schede tecniche che ne indicano caratteristiche, sicurezza e modalità di impiego, che potranno essere verificati anche con appositi test di cantiere.

Per la verifica delle effettive quantità impiegate, vanno fornite in copia al Direttore dei Lavori le bolle di consegna.

1.3.6 Normative per la determinazione delle caratteristiche dei leganti bituminosi

BITUMI SEMISOLIDI	
Penetrazione	Normativa UNI EN 1426
Punto di rammollimento	Normativa UNI EN 1427
Punto di rottura Fraass	Normativa UNI EN 12593
Ritorno elastico	Normativa UNI EN 13398
Stabilità di stoccaggio tube test	Normativa UNI EN 13399
Viscosità dinamica (metodo cono-piatto)	Normativa UNI EN 13702
Viscosità dinamica (cilindri coassiali)	Normativa UNI EN 13302
Perdita per riscaldamento in strato sottile (RTFOT)	Normativa UNI EN 12607-1

EMULSIONI BITUMINOSE	
Contenuto di bitume (residuo per distillazione)	Normativa UNI EN 1431
Contenuto d'acqua	Normativa UNI EN 1428
Grado di acidità	Normativa UNI EN 12850
Polarità della particelle	Normativa UNI EN 1430
Recupero del legante	Normativa UNI EN 13074
Sedimentazione	Normativa UNI EN 12847

1.3.7 Aggregati

Gli aggregati naturali costituiscono la fase solida dei conglomerati bituminosi a caldo. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi degli aggregati fini e del filler che può essere proveniente dalla frazione fina o di additivazione.

Gli inerti dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, di forma poliedrica, puliti esenti da polvere e da materiali estranei secondo le norme UNI EN 13043.

Gli elementi litoidi non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.

Ai fini dell'impiego è obbligatoria l'attestazione di conformità (CE) da parte del produttore relativamente (almeno) ai requisiti richiesti come di seguito riportati.

Aggregati lapidei per strati di base

Aggregato grosso (> 4mm)

		metodo di prova
frantumato, % min. sui granulati	≥70	UNI EN 933-5
resistenza alla frammentazione LA, % min.	≤25	UNI EN 1097-2
indice di appiattimento, %	≤15	UNI EN 933-3

Aggregato fine (< 4mm)

		metodo di prova
passante allo 0,063, %	≤2	UNI EN 933-1
frantumato, % min. sui granulati	≥40	UNI EN 933-5
equivalente in sabbia, %	≥60	UNI EN 933-8

Aggregati lapidei per strati di collegamento (binder)

Aggregato grosso (> 4mm)

		metodo di prova
frantumato, % min. sui granulati	≥ 90	UNI EN 933-5
resistenza alla frammentazione LA, % min.	≤ 25	UNI EN 1097-2
indice di appiattimento, %	≤ 15	UNI EN 933-3

Aggregato fine (< 4mm)

		metodo di prova
passante allo 0,063, %	≤ 2	UNI EN 933-1
frantumato, % min. sui granulati	≥ 40	UNI EN 933-5
equivalente in sabbia, %	≥ 60	UNI EN 933-8

Aggregati lapidei per strati d'usura (tappeto)

Aggregato grosso (> 4mm)

		metodo di prova
frantumato, % min. sui granulati	100	UNI EN 933-5
resistenza alla frammentazione LA, % min.	≤ 20	UNI EN 1097-2
resistenza alla levigabilità PSV (Polished Stone Value)	≥ 44	UNI EN 1097-8
indice di appiattimento, %	≤ 15	UNI EN 933-3
resistenza al gelo/disgelo, %	≤ 1	UNI EN 1367-1

Aggregato fine (< 4mm)

		metodo di prova
passante allo 0,063, %	≤ 10	UNI EN 933-1
frantumato, % min. sui granulati	100	UNI EN 933-5
equivalente in sabbia, %	≥ 75	UNI EN 933-8

Aggregati lapidei per strati d'usura antiskid SMA

Aggregato grosso (>4mm)

		metodo di prova
frantumato, % min. sui granulati	100	UNI EN 933-5
resistenza alla frammentazione LA, % min.	≤ 17	UNI EN 1097-2
resistenza alla levigabilità PSV (Polished Stone Value)	≥ 44	UNI EN 1097-8
indice di appiattimento, %	≤ 15	UNI EN 933-3
resistenza al gelo e disgelo, %	≤ 1	UNI EN 1367-1

Aggregato fine (<4mm)

		metodo di prova
passante allo 0,063, %	≤ 10	UNI EN 933-1
frantumato, % min. sui granulati	100	UNI EN 933-5
equivalente in sabbia, %	≥ 80	UNI EN 933-8

1.3.8 Additivi minerali (filler)

Gli additivi (filler) provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:

alla prova UNI EN 933-10 dovranno risultare compresi nei seguenti limiti minimi:

setaccio UNI 2 mm passante in peso 100%

setaccio UNI n. 0,125 passante in peso 85 - 100%

setaccio UNI n. 0,063 passante in peso 70 - 100%

indice di plasticità (UNI CEN ISO/TS 17892-12): NP

palla e anello (filler/bitume=1.5) (UNI EN 13179-1): $\Delta R\&B > 5\%$

1.3.9 Miscela

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica determinata in conformità con la UNI EN 13108-1 e UNI EN 12697-2 utilizzando i setacci appartenenti al gruppo base+2 e compresa nei fusi nel seguito elencati e una percentuale di bitume riferita al peso della miscela, compresa tra i sottoindicati intervalli per i diversi tipi di conglomerato.

L'Appaltatore è tenuto 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'Appaltatore deve attenersi rigorosamente.

1.3.9.1 Strato di base (mista bitumata) con bitume di base (tal quale) e modificato

L'inerte del conglomerato bituminoso utilizzato per lo strato di base dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo, uniforme e parallelo alle curve limite ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sotto indicati:

STRATO DI BASE (MISTA BITUMATA) CON BITUME DI BASE (TAL QUALE) E MODIFICATO	
Apertura setacci UNI	Miscela passante totale in peso (%)
Setaccio 31,5	100
Setaccio 20	68-88
Setaccio 16	55-78
Setaccio 8	36-60
Setaccio 4	25-48
Setaccio 2	18-38
Setaccio 0,5	8-21
Setaccio 0,25	5-16
Setaccio 0,063	4-8
La percentuale di bitume riferito alla miscela è prescritta fra il 3,8% ed il 5,2% (UNI EN 12697-1 e 39).	

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne, ovvero elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare, senza deformazioni permanenti, le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque eventuale assestamento del sottofondo anche a lunga scadenza.

I requisiti delle miscele minimi per i conglomerati bituminosi utilizzati per strati di base sono di seguito riassunti, con riferimento al metodo volumetrico o al metodo Marshall.

Metodo volumetrico:

Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

angolo di rotazione: $1,25^{\circ} \pm 0,02^{\circ}$

velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

pressione verticale, kPa: 600±3

diametro provino, mm: 150

I provini dovranno essere compattati ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° di giri: N1 (iniziale), N2 (medio), N3 (finale). Il numero di giri di riferimento con le relative percentuali di vuoti sono:

	STRATO DI BASE			% VUOTI
	TAL QUALE	SOFT	HARD	(UNI EN 12698-8)
N1	10	10	10	11-15
N2	100	110	120	3-6
N3	180	190	200	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studi/verifica mediante pressa giratoria (compattata a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25 °C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta:

	NORMALE	MODIFICATO
Rt (MPa)	0,72-1,40	0,95-1,70
CTI (MPa)	≥ 65	≥ 75

Metodo Marshall:

Costipamento 75 colpi x faccia	NORMALE	MODIFICATO
Stabilità Marshall, kN	≥ 8	≥ 10
Rigidezza Marshall, kN\mm	≥ 2,5	≥ 3,5
vuoti residui Marshall, % sul volume	4-6	4-6
stabilità Marshall dopo 24 h in acqua a 60°C, % sul valore originale	≥ 80	≥ 90
resistenza a trazione indiretta, MPa	≥ 0,8	≥ 0,9

1.3.9.2 Strato di collegamento (binder) con bitume di base (tal quale) e modificato

L'inerte del conglomerato bituminoso per lo strato di collegamento, che sarà costituito da pietrischi, pietrischetti, graniglia, sabbia e filler, dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limite ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sotto indicati:

STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER) CON BITUME DI BASE (TAL QUALE) E MODIFICATO	
Apertura setacci UNI	Miscela passante totale in peso (%)
Setaccio 20	100
Setaccio 16	90-100
Setaccio 12,5	66-86
Setaccio 8	52-72
Setaccio 4	34-54
Setaccio 2	25-40
Setaccio 0,5	10-22
Setaccio 0,25	6-16
Setaccio 0,063	4-8
La percentuale di bitume riferita alla miscela è prescritta fra il 4,1% ed il 5,5% (UNI EN 12697-1 e 39).	

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne, ovvero elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare, senza deformazioni permanenti, le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli.

I requisiti delle miscele minimi per i conglomerati bituminosi utilizzati per strati di base sono di seguito riassunti, con riferimento al metodo volumetrico o al metodo Marshall.

Metodo volumetrico:

Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

angolo di rotazione: $1,25^{\circ} \pm 0,02^{\circ}$

velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

pressione verticale, kPa: 600 ± 3

diametro provino, mm: 100

I provini dovranno essere compattati ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° di giri: N1 (iniziale), N2 (medio), N3 (finale). Il numero di giri di riferimento con le relative percentuali di vuoti sono:

	STRATO DI COLLEGAMENTO (BINDER)			% VUOTI
	TAL QUALE	SOFT	HARD	(UNI EN 12698-8)
N1	10	10	10	11-15
N2	100	110	120	3-6
N3	180	190	200	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studi/verifica mediante pressa giratoria (compattata a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25 °C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	NORMALE	MODIFICATO
Rt (MPa)	0,72-1,40	0,95-1,70
CTI(MPa)	≥ 65	≥ 75

Metodo Marshall:

Costipamento 75 colpi x faccia	NORMALE	MODIFICATO
Stabilità Marshall, kN	≥ 9	≥ 11
Rigidezza Marshall, kN\mm	≥ 3	≥ 4
vuoti residui Marshall, % sul volume	3-5	3-5
stabilità Marshall dopo 24 h in acqua a 60°C, % sul valore originale	≥ 80	≥ 90
resistenza a trazione indiretta, MPa	≥ 0,8	≥ 0,9

1.3.9.3 Strato di usura (tappeto) con bitume di base (tal quale) e modificato

L'inerte del conglomerato bituminoso per lo strato di usura, che sarà costituito da pietrischetti, graniglie, sabbia e filler, dovrà presentare una curva granulometrica avente un andamento continuo uniforme e parallelo alle curve limiti ed inoltre dovrà essere compresa fra i limiti prescritti sotto indicati:

STRATO DI USURA (TAPPETO) CON BITUME DI BASE (TAL QUALE) E MODIFICATO		
Apertura setacci UNI	Miscela passante totale in peso (%)	
	TIPO A	TIPO B
Setaccio 16	100	-
Setaccio 12,5	90-100	100
Setaccio 8	70-88	90-100
Setaccio 4	40-58	44-64
Setaccio 2	25-38	28-42
Setaccio 0,5	10-20	12-24
Setaccio 0,25	8-16	8-18
Setaccio 0,063	6-10	6-10
La percentuale di bitume riferita alla miscela è prescritta fra il 4,5% ed il 6,1% (UNI EN 12697-1 e 39).		

Le miscele devono avere massime caratteristiche di resistenza a fatica, all'ormaiamento, ai fattori climatici e in generale ad azioni esterne, ovvero elevata resistenza meccanica, cioè capacità di sopportare, senza deformazioni permanenti, le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli e rugosità superficiale.

I requisiti delle miscele minimi per i conglomerati bituminosi utilizzati per strati di base sono di seguito riassunti, con riferimento al metodo volumetrico o al metodo Marshall.

Metodo volumetrico:

Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

angolo di rotazione: $1,25^{\circ} \pm 0,02^{\circ}$

velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

pressione verticale, kPa: 600 ± 3

diametro provino, mm: 100

I provini dovranno essere compattati ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° di giri: N1 (iniziale), N2 (medio), N3 (finale). Il numero di giri di riferimento con le relative percentuali di vuoti sono:

	STRATO DI USURA			% VUOTI
	TAL QUALE	SOFT	HARD	(UNI EN 12698-8)
N1	10	10	10	11-15
N2	120	130	140	3-6
N3	210	220	230	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studi/verifica mediante pressa giratoria (compattata a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25 °C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta:

	NORMALE	MODIFICATO
Rt (MPa)	0,72-1,60	0,95-1,90
CTI(MPa)	≥ 65	≥ 75

Metodo Marshall:

Costipamento 75 colpi x faccia	NORMALE	MODIFICATO
Stabilità Marshall, kN	≥ 10	≥ 11
Rigidezza Marshall, kN\mm	≥ 4	≥ 4
vuoti residui Marshall, % sul volume	2-4	2-4
stabilità Marshall dopo 24 h in acqua a 60°C, % sul valore originale	≥ 80	≥ 90
resistenza a trazione indiretta, MPa	≥ 0,8	≥ 0,9

1.3.9.4 Strato di usura (tappeto) antiskid SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)

Gli splittmastix asphalt (SMA), conosciuti anche con il termine stone mastic asphalt, sono conglomerati chiusi ad alto contenuto di graniglia, legata mediante un mastice a base di bitume e filler, in grado di fornire rugosità superficiale, stabilità, resistenza alle deformazioni e all'ormaiamento. Questa tipologia di manto d'usura sarà utilizzata su tratti di strada nei quali il coefficiente di attrito trasversale del pneumatico deve essere massimizzato.

Ciascuna fornitura deve essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all'appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13108-5.

Per il legante di questo conglomerato bituminoso dovrà essere adottato bitume di tipo modificato HARD (HD).

Per ottenere buoni risultati con l'applicazione di questo trattamento si dovranno osservare alcune indicazioni:

utilizzare una dimensione massima dell'aggregato lapideo più grossa rispetto a quella usuale dei conglomerati chiusi per manti d'usura tradizionali così da aumentare la macrorugosità superficiale;

impiegare gli inerti con diametro maggiore di 4 mm totalmente frantumati con microrugosità aspra-ruvida e buoni valori di resistenza all'abrasione ed al levigamento; l'aggregato grosso dovrà presentare un coefficiente $LA < 17$ (tipico dei basalti e delle porfiriti) ed un coefficiente di levigabilità accelerata $> 0,42$;

utilizzare sabbie totalmente frantumate e pulite (granite);

oltre alla necessaria regolarità superficiale si dovrà garantire un valore maggiore di macrorugosità ($HS > 0,7\text{mm}$) e di resistenza all'attrito radente ($> 50\text{ BPN}$).

La curva granulometrica dovrà essere di tipo semi-discontinuo ed essere compresa tra i limiti prescritti sottoindicati:

STRATO DI USURA (TAPPETO) ANTISKID SMA	
Apertura setacci UNI	Miscela passante totale in peso (%)
Setaccio 20	100
Setaccio 14	90-100
Setaccio 10	60-75
Setaccio 6,3	40-50
Setaccio 4	25-35
Setaccio 2	18-28
Setaccio 0,5	13-21
Setaccio 0,063	7-12
La percentuale di bitume riferita alla miscela è prescritta fra il 5,8% ed il 6,7% (UNI EN 12697-1 e 39).	

I requisiti delle miscele minimi per i conglomerati bituminosi utilizzati per strati di base sono di seguito riassunti, con riferimento al metodo volumetrico o al metodo Marshall.

Metodo volumetrico:

Le miscele devono essere verificate mediante pressa giratoria con i seguenti parametri di prova:

angolo di rotazione: $1,25^\circ \pm 0,02^\circ$

velocità di rotazione: 30 rotazioni al minuto

pressione verticale, kPa: 600 ± 3

diametro provino, mm: 100

I provini dovranno essere compattati ad un numero di giri totali (N3) dipendente dalla tipologia della miscela e dalla tipologia del legante.

La verifica della % dei vuoti dovrà essere fatta a tre livelli di n° di giri: N1 (iniziale), N2 (medio), N3 (finale). Il numero di giri di riferimento con le relative percentuali di vuoti sono:

	STRATO DI USURA ANTISKID SMA (SPLITTMASTIX ASPHALT)	% VUOTI
		(UNI EN 12698-8)
N1	10	8-12
N2	100	2-4
N3	180	≥ 2

Le miscele risultanti dallo studi/verifica mediante pressa giratoria (compattata a N3) dovranno essere testate a trazione diametrale a 25 °C.

I due parametri di riferimento sono Rt (resistenza a trazione indiretta) e CTI (coefficiente di trazione indiretta):

	SPLITTMASTIX ASPHALT
Rt (MPa)	0,7-1,4
CTI(MPa)	≥ 70

Metodo Marshall:

Costipamento 75 colpi x faccia		MODIFICA SMA
Stabilità Marshall, kN		≥ 12
Rigidezza Marshall, kN\mm		≥ 4
vuoti residui Marshall, % sul volume		2-4
stabilità Marshall dopo 24 h in acqua a 60°C, % sul valore originale		≥ 90
resistenza a trazione indiretta, MPa		≥ 0,9

1.4 MANUFATTI E OPERE D'ARTE

1.4.1 Materiali per conglomerati cementizi semplici, armati e precompressi

I materiali usati nelle opere di conglomerato cementizio semplice o armato dovranno corrispondere a quanto prescritto dalle vigenti disposizioni legislative, nonché alle norme CNR e UNI ed inoltre dovranno rispondere ai requisiti di seguito indicati.

Cemento

Dovranno essere osservate le prescrizioni relative alla resistenza meccanica e quelle relative alla composizione chimica, alla finezza, all'indeformabilità ed all'intervallo di tempo che intercorre fra la preparazione dell'impasto, l'inizio e la fine della presa. È consentito l'impiego di cementi tipo I (Portland), tipo III (d'Altoforno) o tipo IV (Pozzolánico) della norma UNI ENV 197-1

Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi alle Norme UNI EN 12620 e UNI 8520 e dovranno possedere marcatura CE.

Dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche.

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

pirite;

marcasite;

pirrotina;

gesso;

solfati solubili.

Le ghiaie o il pietrisco dovranno avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, le cui pezzature saranno denominate secondo quanto previsto nella UNI EN 12620.

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

Acqua

L'acqua per gli impasti dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali materia organica e qualsiasi altra sostanza nociva e dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con UNI EN 1008.

Additivi per calcestruzzo

Saranno a base di polimeri sintetici e dovranno essere rispondenti alle norme UNI 7101-7120, 8145 e successive modificazioni e UNI ENV 934-2.

Armature per c.a.

Le armature per cemento armato, esclusivamente del tipo B 450C controllato in stabilimento, dovranno essere in barre non ossidate e non corrose, pulite, senza difetti superficiali che ne diminuiscano la resistenza, non ricoperte da sostanze che possano ridurne sensibilmente l'aderenza al conglomerato.

Malte pronte per ripristini strutturali

Le malte impiegate per il ripristino saranno del tipo a base cementizia modificata con polimeri sintetici e dovranno avere le seguenti caratteristiche meccaniche minime (D.M. 03.06.1968 e norma UNI 196):

ritiro nullo o leggero effetto espansivo;

resistenza a compressione a 3 giorni $> 30 \text{ MPa}$;

resistenza a flessione a 3 giorni $\geq 8 \text{ MPa}$;

adesione al calcestruzzo a 3 giorni $\geq 2 \text{ MPa}$;

resistenza a compressione a 28 giorni $\geq 60 \text{ MPa}$;

resistenza a flessione a 28 giorni $\geq 5 \text{ MPa}$.

Potranno essere eseguite le prove sui materiali di ripristino sia all'atto della aggiudicazione dei lavori, su campioni forniti dall'Appaltatore, sia in corso d'opera.

In caso di non rispondenza dei materiali si dovrà provvedere alla revisione delle formulazioni delle miscele e/o dei leganti.

Sia le prove di resistenza che quelle di adesione potranno essere richieste anche su provini stagionati in camere climatiche con umidità relativa 80–90% o stagionati a temperatura di 70°C , al fine di verificare la durabilità e la resistenza del materiale alle alte temperature.

Nelle condizioni climatiche e alle temperature suddette lo scadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali non deve risultare superiore al 15% delle corrispondenti caratteristiche riscontrate con prove eseguite in condizioni climatiche normali.

1.4.2 Materiali laterizi

Dovranno corrispondere ai requisiti di accettazione stabiliti con R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 "Norme per l'accettazione dei materiali laterizi" e dalle norme di prodotto:

- UNI EN 771-1 (elementi per muratura);
- UNI 9730-1/2/3 (elementi per solai);
- UNI EN 1304 (tegole di laterizio per coperture discontinue);
- UNI EN 1344 (elementi per pavimentazioni);
- UNI 11128 (tavelloni, tavelle e tavelline)

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

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

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

I mattoni, inoltre, debbono resistere all'azione delle basse temperature, cioè se sottoposti quattro mattoni segati a metà, a venti cicli di immersione in acqua a 35 gradi, per la durata di 3 ore e per altre tre ore posti in frigorifero alla temperatura di -10°, i quattro provini fatti con detti laterizi sottoposti alla prova di compressione debbono offrire una resistenza non minore dell'ottanta per cento della resistenza presentata da quelli provati allo stato asciutto.

I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento di almeno 160 kg/cm².

Essi dovranno corrispondere alle prescrizioni vigenti in materia.

Gli elementi in laterizio per costruzioni in muratura dovranno normalmente essere ad alta densità (HD), salvo diverse specificazioni di progetto.

Gli elementi resistenti artificiali da impiegare nelle murature possono essere costituiti di laterizio normale o laterizio alleggerito in pasta.

1.4.3 Legnami

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

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

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

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

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

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

1.4.4 Pietrame

Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro dovranno corrispondere alle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate.

Saranno escluse le pietre alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente (quindi, senz'altro, le pietre marnose, gessose o solubili, gelive).

Le pietre da taglio, oltre a possedere gli accennati requisiti e caratteri generali, dovranno essere sonore alla percussione, immuni da fenditure e litoclasti e di perfetta lavorabilità.

Il porfido dovrà presentare una resistenza alla compressione non inferiore a 1600 kg/cm² ed una resistenza all'attrito radente (Dorry) non inferiore a quella del granito di S. Fedelino, preso come termine di paragone.

Massi ciclapici per scogliere e protezione fondo alveo

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e rispettare i seguenti limiti:

massa volumica: $\geq 24 \text{ kN/m}^3$

resistenza alla compressione: $\geq 80 \text{ Mpa}$

coefficiente di usura: $\leq 1,5 \text{ mm}$

coefficiente di imbibizione: $\leq 5\%$

gelività: il materiale deve risultare non gelivo

pezzatura: variabile come da indicazioni di progetto

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

La forma dei massi sarà tale che, inscrivendo ogni masso in un parallelepipedo, il minore dei lati del parallelepipedo circoscritto non risulterà inferiore alla metà del lato maggiore dello stesso. La D.L. ha la facoltà di integrare le prove sopra prescritte con prove di caduta massi direttamente in cava, secondo modalità fissate dalla stessa.

Tutte le prove di cui sopra saranno effettuate all'inizio della fornitura e sistematicamente ripetute nel corso della fornitura stessa, secondo opportunità.

Nell'esecuzione dei lavori i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore.

Il completamento e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi che dovranno essere mano a mano completata secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

Non saranno accettati i massi che, all'atto della posa in opera, dovessero presentare lesioni o rotture, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

Per la valutazione delle quantità, l'appaltatore dovrà utilizzare una bilancia tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bilancia sarà del tipo a registrazione automatica.

Cubetti e piastrelle di porfido per pavimentazione

Dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti "Norme per l'accettazione di cubetti di pietra per pavimentazioni stradali" C.N.R.- Ed. 1954 e nella "Tabella U.N.I. 2719 - Ed. 1945". I cubetti di porfido quarzifero avranno pezzatura 8/10 cm circa per un peso di circa 190 kg/m². Dovranno presentare spigoli vivi, praticamente rettilinei, facce sufficientemente piane; il massimo sottosquadro tollerabile per una faccia sarà di 1/8 della larghezza. Tutti i cubetti dovranno avere caratteristiche uniformi, ivi compreso il colore.

Le piastrelle saranno di tipo normale con diagonale minima media di cm 20. Lo spessore delle lastre potrà variare da 4 a 5 cm per un peso di circa 85 kg/m².

La roccia dovrà essere sostanzialmente uniforme e compatta e non dovrà contenere parti alterate. Sono da escludere le rocce che presentino piani di suddivisibilità capaci di determinare la rottura degli elementi dopo la posa in opera. Il piano superiore delle lastre dovrà essere naturale di cava ed avrà contorni irregolari.

1.4.5 Geotessili e prodotti affini

I geotessili, in funzione della specifica destinazione d'uso (filtrazione, separazione, rinforzo o drenaggio in strade ed aree soggette a traffico, costruzioni di terra, fondazioni, strutture di sostegno, etc...) dovranno essere marcati CE in conformità alla relativa norma di prodotto di recepimento della norma armonizzata (D.M. del 7.04.2004) e secondo quanto stabilito dalla Circolare Ministeriale 5.08.2004 "Norme armonizzate in applicazione della direttiva 89/106/CE sui materiali da costruzione – Appendice ZA".

Le norme di recepimento sono le norme UNI EN da 13249 a 13257 e la 13265.

Il geotessile sarà costituito da polipropilene o poliestere aventi alta resistenza meccanica, elevata inerzia chimica, fisica e biologica, stabilizzato ai raggi ultravioletti per poter resistere all'irraggiamento solare e agli ambienti più aggressivi. Il geotessile sarà realizzato senza l'impiego di collanti o leganti chimici, e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:

- con fibre a filo continuo,
- con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama e ordito",
- con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il geotessile da impiegarsi nella costruzione di strade e di altre aree soggette al traffico (marcato CE in conformità ad UNI EN 13249), dovrà garantire le seguenti caratteristiche fisiomeccaniche:

Geotessile da utilizzarsi per la Filtrazione e la Separazione (F+S)

- peso (g/m ²):	200 ÷ 350	UNI EN 965
- spessore a 2KPa (mm):	1,5 ÷ 2,9	UNI EN 964-1
- resistenza a trazione -long. e trasv.- (KN/m):	15 ÷ 24	EN-ISO 10319
- allungamento alla trazione massima (%):	75 ÷ 80	EN-ISO 10319
- resistenza al punzonamento statico (KN):	2,1 ÷ 4,3	EN-ISO 12236
- resistenza al punzonamento dinamico (mm):	22 ÷ 8	EN 918
- coefficiente di permeabilità verticale – K (m/s):	0,09 ÷ 0,05	EN ISO 11058
- apertura dei pori O90 (micron):	100 ÷ 50	EN ISO 12956
- resistenza agli agenti atmosferici:	>80%	UNI EN 12224
- durata di vita in servizio (durabilità):	min 25 anni	UNI EN 13249 - all B

Geotessile da utilizzarsi per la Filtrazione, per il Rinforzo e la Separazione (F+R+S)

- peso (g/m ²):	250 ÷ 400	UNI EN 965
- spessore a 2KPa (mm):	1,3 ÷ 2,4	UNI EN 964-1
- resistenza a trazione -long. e trasv.- (KN/m):	40 ÷ 90	EN-ISO 10319
- allungamento alla trazione massima (%):	12 ÷ 15	EN-ISO 10319
- resistenza al punzonamento statico (KN):	5 ÷ 10	EN-ISO 12236
- resistenza al punzonamento dinamico (mm):	8 ÷ 5	EN 918
- coefficiente di permeabilità verticale – K (m/s):	0,06 ÷ 0,03	EN ISO 11058
- apertura dei pori O90 (micron):	210 ÷ 95	EN ISO 12956
- resistenza agli agenti atmosferici:	>80%	UNI EN 12224
- durata di vita in servizio (durabilità):	min 25 anni	UNI EN 13249 - all B

Geostuoie per protezione scarpate

Le geostuoie da impiegarsi per la protezione delle scarpate dei rilevati o delle trincee dall'azione erosiva provocata dalle acque dovranno avere le seguenti caratteristiche: costituita da tre strati di geogriglie biorientate in 100% propilene; le geogriglie esterne dovranno essere piatte mentre la geogriglia centrale sarà pieghettata meccanicamente per dare consistenza e corpo alla geostuoia antierosione. Tutti gli strati di geogriglia dovranno essere saldamente collegati tra loro mediante cucitura con fili di polipropilene. Lo spessore della geostuoia dovrà essere di circa 17 mm, resistenza a trazione ≥ 10 kN/m nella direzione longitudinale e ≥ 15 kN/m nella direzione trasversale, allungamento a snervamento $\leq 20\%$ nella direzione longitudinale e $\leq 15\%$ nella direzione trasversale, massa areica ≥ 320 g/m², la geostuoia da impiegare dovrà consentire un completo inerbimento della scarpata.

1.4.6 Manti impermeabilizzanti

Manto con guaine bituminose

Il manto impermeabilizzante dovrà essere sufficientemente elastico e non fragile in modo da:

resistere alle sollecitazioni del traffico, di cantiere e d'esercizio sopportando agevolmente le dilatazioni termiche dell'impalcato, anche in presenza di fessurazioni;

l'impermeabilizzante dovrà avere un punto di rammollimento non inferiore a 140 °C;

resistere alle azioni corrosive dei sali antighiaccio ed alle soluzioni saline impiegate durante l'esercizio.

Si impiegheranno i seguenti materiali:

primer nello spessore medio di mm 2 e di peso non inferiore a 0,40 kg/m² di facile adesione alle superfici asciutte;

guaina bituminosa: dovrà avere uno spessore ≥ 5 mm, una permeabilità all'acqua in pressione nulla a 40 m per 24 ore, una resistenza alla trazione $> 0,9$ MPa, un allungamento elastico $\geq 24\%$ ed un allungamento a rottura $\geq 60\%$ ed i suoi componenti avranno le seguenti caratteristiche:

il legante la guaina sarà costituito da bitumi con un punto di rammollimento non inferiore a 140 °C, punto di rottura Fraas non superiore a -14 °C;

l'armatura della guaina sarà costituita da "tessuti non tessuti" (poliesteri) con elevata resistenza a trazione e punzonamenti.

Manto con asfalto colato

L'impermeabilizzazione realizzata con uno strato di asfalto colato a caldo dovrà essere:

continua, cioè senza giunti;

elastica cioè atta ad assorbire tutte le deformazioni superficiali della struttura, anche in corrispondenza di microfessure, in qualsiasi direzione esse avvengano;

atta a garantire la perfetta aderenza con il sovrastante manto bituminoso con esclusione di qualsiasi fenomeno di scorrimento;

atta a garantire la transitabilità dei mezzi di cantiere e per l'esecuzione delle pavimentazioni.

Si utilizzeranno i seguenti materiali:

primer nello spessore medio di mm 2 e di peso non inferiore a 0,40 kg/m² di facile adesione alle superfici asciutte;

malta asfaltica nello spessore medio di 1 cm; dovrà essere ottenuta dalla miscelazione dei componenti (legante, filler ed inerte) secondo i seguenti intervalli in percentuale e con le seguenti caratteristiche:

Legante	17 – 19 %
bitume o miscela di bitumi avente le seguenti caratteristiche finali:	
– punto di rammollimento P&A °C: 80/90	
– penetrazione a 25 °C (100 gr/5 sec) 0,1 mm: 30/45	

Filler	30 – 35 %
filler calcareo o asphaltico analisi granulometrica: – passante al setaccio UNI 0,018: 100% – passante al setaccio UNI 0,075: 90%	

Inerte	35 – 46 %
sabbia di natura parzialmente silicea, esente da materiali estranei; naturale e/o di frantumazione; di granulometria ben graduata e continua da 0,075 a 3 mm (sarà tollerato un massimo del 5% in peso passante al setaccio UNI 0,075) ed atta ad ottenere la completa saturazione dei vuoti.	

Le caratteristiche principali della malta asphaltica confezionata saranno:

punto di rammollimento P&A: 80 °C

contenuto vuoti residui dopo la stesa: 0%

permeabilità (carico 0,1 MPa per 24 ore): nulla

temperatura di stesa: 210 °C ± 10 °C

1.4.7 Vernici protettive

I prodotti vernicianti sono prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formano una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distinguono in:

- tinte: se non formano pellicola e si depositano sulla superficie;
- impregnanti: se non formano pellicola e penetrano nelle porosità del supporto;
- pitture: se formano pellicola ed hanno un colore proprio;
- vernici: se formano pellicola e non hanno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici: se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), hanno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato.

I prodotti vernicianti devono possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- avere funzione impermeabilizzante;

- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO₂;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori.

I dati si intendono presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova sono quelli definiti nelle norme UNI.

Materiali elastomerici per protezione delle superfici di conglomerato cementizio

Le protezioni delle superfici in cls sono costituite da primer sintetico con catalizzatori flessostabilizzanti e da una mano di rivestimento impermeabile avente le seguenti caratteristiche tecniche:

- peso specifico: 1,3 sul prodotto miscelato
- residuo secco: 65%
- allungamento a rottura a +20°C: 450% minimo
- allungamento a rottura a -10° C: 250% minimo
- trasmissione di vapore acqueo (WVT secondo ASTM E 96 – 66): 0.040 mg, cmq., mm 24h
- infiammabilità: autoestinguente
- invecchiamento accelerato (2000 h weather - o - meter): buono, opacizzazione superficiale
- temperatura di esercizio: da - 35°C a + 90°C

1.4.8 Guarnizioni in gomma, giunti water-stop

Le riprese di getto ed i giunti di dilatazione nei getti in c.a. saranno realizzati tramite profilati in pvc speciale tipo Joint Waterstops o similare come indicato negli elaborati di progetto, dimensionati per resistere alle sollecitazioni a cui è sottoposta la struttura in fase di assestamento e per adattarsi ai movimenti dovuti all'escursione tecnica (dilatazione e contrazione).

Caratteristiche fisico meccaniche:

Durezza Shore/A: 75

Peso specifico: 1,26 kg/dm³ (ASTM D 792)

Carico di rottura a trazione: 175 kg/cmq

Allungamento a rottura: 350%

Temperatura: -30°C+60°C

Dimensioni: L= 300 mm.

1.4.9 Prefabbricati in calcestruzzo, in calcestruzzo armato normale e precompresso

Tutti i prefabbricati in calcestruzzo normale e precompresso dovranno essere fabbricati a regola d'arte con composizione del calcestruzzo e spessori corrispondenti alle prescrizioni: saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione senza screpolature, fessurazioni, sbavature e deformazioni.

Tubi, mezzi tubi e canalette in calcestruzzo

I tubi, i mezzi tubi e le canalette di irrigazione in calcestruzzo dovranno essere fabbricati a regola d'arte con diametro uniforme e spessore corrispondente alle prescrizioni e ai tipi; saranno ben stagionati, di perfetto impasto e lavorazione, sonori alla percussione, senza screpolature e sbavature e muniti alla estremità di perfetta sagomatura sulla intera circonferenza atta a consentire un perfetto incastro ed un giunto a sicura tenuta.

Tubi in calcestruzzo autoportanti

I tubi in calcestruzzo autoportanti saranno costituiti da elementi di lunghezza non inferiore a m 2,00 prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, con base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica con profilo tipo DENSO CRET-BM, incorporata nel giunto durante la produzione, conforme alle norme UNI EN 681, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio = 0,5 atmosfere.

La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco maschio del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni saranno armate con gabbia rigida in acciaio, costituita ciascuna da spirale continua elettrosaldata a filanti longitudinali con passo e diametro idonei a resistere ai carichi di rottura previsti in progetto.

La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere 0,4% per tondini lisci, e di 0,25% per tondini ad aderenza migliorata.

Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nella Norma UNI EN 1916, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n°27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992, esenti da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio continua in cls di classe 250 con rete elettrosaldata, delle dimensioni come da disegno, e gli eventuali rinfianchi come da indicazione del calcolatore statico (il tutto compreso) compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser.

La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 Mpa (450kg/cmq). L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6% della massa.

La giunzione fra le tubazioni dovrà essere realizzata esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nella normativa europea di riferimento UNI EN 1916 e quelle stabilite nel Capitolato all'articolo "guarnizioni in gomma", dove la compressione ottimale della gomma è individuata tra il 28 ed il 42% per assicurarne la perfetta tenuta idraulica, che dovrà invece discendere dalla geometria di maschio e femmina e dalla qualità della gomma. L'Appaltatore è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'Albo, e ad assumersi con lui, ogni responsabilità conseguente.

Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di reinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le UNI 7517, le DIN 4033. Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2000 certificato ICMQ e certificazione di prodotto secondo le norme UNI EN ISO 9000, o marcatura CE così come previsto dalla norma UNI EN 1916.

Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa.

1.4.10 Pozzetti, embrici, cordoli, canaline passacavi, cunette, fossi di guardia

I pozzetti e le canaline passacavi prefabbricati dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio armato e vibrato ed avere le seguenti caratteristiche:

Classe calcestruzzo maggiore o uguale a C20/25;

Armatura con rete elettrosaldata in fili d'acciaio del diametro e maglia adeguati;

Spessore delle pareti non inferiore a 6.5 cm;

Predisposizione per innesto di tubazioni.

Gli embrici prefabbricati saranno costituiti da elementi prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato, dovranno avere le dimensioni indicate in progetto e la classe del calcestruzzo dovrà essere maggiore o uguale a C20/25.

I cordoli prefabbricati dovranno essere realizzati con elementi di lunghezza non superiore ad 1 m, di forma prismatica e con la sezione indicata in progetto; dovranno presentare superfici in vista regolari e ben rifinite ed essere esenti da imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature, confezionati con calcestruzzo di classe maggiore o uguale a C20/25.

La stuccatura dei giunti dovrà essere eseguita con malta di cemento normale dosata a Kg. 500.

1.4.11 Plinti prefabbricati per pali di illuminazione

I plinti prefabbricati monolitici per l'alloggiamento dei pali di illuminazione saranno realizzati in calcestruzzo armato vibrato con finitura industriale, muniti di pozzetto di ispezione incorporato, di foro superiore per l'alloggiamento del palo, di fori passanti per il passaggio di cavi e di un foro centrale sul fondo per drenaggio. Progettati e verificati in conformità alla UNI CEN/TR 15728:2010 dovranno essere corredati di relazione di calcolo redatta in conformità alle normative tecniche vigenti, contenente le verifiche di stabilità e resistenza relativamente alle fasi di movimentazione, posa in opera ed esercizio della struttura. I plinti dovranno essere progettati e prodotti da azienda certificata in possesso di Sistema di Qualità UNI EN ISO 9001:2008.

1.4.12 Tubazioni e cavidotti

Cavidotti in PVC

Le tubazioni in PVC potranno essere di tipo rigido (leggero o pesante) o flessibile.

Le tubazioni in PVC rigido dovranno essere costituite da tubi estrusi con miscela a base di policloruro di vinile non plastificato (PVC rigido) con caratteristiche e spessori conformi alle norme UNI EN 1401-2 tipo SN 8 per traffico pesante,

con marchio di conformità di prodotto rilasciato secondo UNI CEI EN 45011 da Istituto o Ente riconosciuto e accreditato Sincert, con giunto del tipo a bicchiere completo di anello elastomerico, fornito e posto in opera in un letto di sabbia o ghiaietto, se in presenza di acqua, dello spessore minimo di cm 15 + 1/10 del diametro del tubo, con un rinfiando e ricoprimento con sabbia fine e asciutta o ghiaietto dello stesso spessore del piano di posa. Sono compresi: la posa anche in presenza di acqua fino ad un battente di cm 20 ed il relativo aggettamento; le prove di laboratorio sui materiali; le prove di tenuta in opera previste dalla vigente normativa e la fornitura dei relativi certificati. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare la tubazione finita e funzionante.

Le tubazioni di tipo flessibile saranno costituite da tubi a doppio strato in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia, costruito con processo di coestrusione, resistenza allo schiacciamento 450N, resistenza elettrica di isolamento 100 MOhm, rigidità elettrica 800kV/cm, giuntabile a manicotto, conforme alle norme IMQ e CEI EN 50086-1-2-4, dotati di filo plastificato all'interno del tubo.

I tubi dovranno essere classificati con resistenza all'urto "Normale" in accordo a quanto indicato al p.to 6.1.2.2 delle norme CEI EN 50086-2-4, il raggio minimo di curvatura ammesso senza alterazioni delle caratteristiche meccaniche dovrà essere pari a 5 volte il diametro esterno e nelle giunzioni dovranno essere garantite le caratteristiche di protezione meccanica dichiarate per il tubo.

1.4.13 Tubazioni in PEAD

Le tubazioni per condotte di scarico interrate non in pressione saranno costituite da polietilene alta densità (PE a.d.) realizzata per coestrusione continua di due pareti, quella interna dovrà essere liscia e quella esterna corrugata, con classe di rigidità anulare SN 8 per traffico pesante. Il sistema (tubo + giunzione) dovrà essere interamente conforme alla norma UNI EN 13476 e certificato con marchio di qualità di prodotto da ente certificatore terzo accreditato. La tubazione dovrà essere prodotta da azienda operante in regime di qualità di produzione conforme alla norma UNI EN ISO 9001/2008. Le barre dovranno essere dotate di giunzione a bicchiere o manicotto esterno con relative guarnizioni di tenuta in EPDM conformi alla norma EN 681-1, da posizionare nella prima gola fra due corrugazioni successive della estremità di tubo da inserire nel bicchiere.

1.4.14 Chiusini e caditoie

Dovranno essere conformi alle prescrizioni di progetto e potranno essere realizzati in ghisa normale o sferoidale.

Quelli in ghisa sferoidale dovranno rispondere ai requisiti delle norme UNI 4544 e norme UNI EN 124; dovranno avere passo d'uomo di circa 60 cm con resistenza a rottura maggiore di 40 t.

Griglie, chiusini e relativi telai d'appoggio dovranno portare una marcatura leggibile e durevole, indicante la norma di riferimento, la classe corrispondente, la sigla e/o nome del fabbricante e saranno costituiti da:

Telaio a sagoma circolare o quadrata con fori ed asole di fissaggio, munito di guarnizione antibasculamento in polietilene o di 3 piani inclinati per l'appoggio ed il bloccaggio automatico del coperchio;

Coperchio o griglia circolare o quadrato munito di sistema di bloccaggio sul telaio e comunque realizzato in modo da escludere ogni possibilità di basculamento. La superficie superiore deve avere rilievi antisdrucchiolo.

Grigliati, lamiere, profilati

I grigliati, le lamiere e i profilati dovranno essere di norma realizzati in acciaio profilato, zincato a caldo secondo le norme AASHO 111 con un rivestimento di zinco compreso tra i 300 e i 400 g/mq.

1.4.15 Palancolati

Gli acciai impiegati dovranno essere conformi alle prescrizioni di progetto e dovranno essere dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura.

Dovranno essere utilizzati profilati aventi forma, sezione, spessore, lunghezza, conformi a quanto previsto dal progetto o, nel caso di impieghi di carattere provvisorio, comunque sufficienti a resistere alle massime sollecitazioni, sia in esercizio che durante le fasi di infissione ed estrazione.

Salvo differenti indicazioni riportate nei disegni di progetto, l'acciaio delle palancole dovrà avere le seguenti caratteristiche:

tensione di rottura $f_t = 550 \text{ N/mm}^2$

limite elastico $f_y = 390 \text{ N/mm}^2$.

La superficie delle palancole dovrà essere convenientemente protetta con una pellicola di bitume o altro materiale protettivo. I bordi di guida dovranno essere perfettamente allineati e puliti.

Lamiere ad alta aderenza per getti collaboranti (Hi-Bond)

La lamiera grecata sarà realizzata con acciaio S280GDZ definito dalla norma EN10143 o acciaio equivalente per le prestazioni meccaniche al tipo S235 (tensione di snervamento $f_y=235\text{MPa}$). La lamiera dovrà presentare sulle costolature speciali impronte capaci di renderla perfettamente solidale col calcestruzzo, impedendo sia lo scivolamento longitudinale che il distacco verticale.

La lamiera dovrà essere preventivamente trattata con zincatura a caldo secondo la EN 10326.

1.5 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE

L'acciaio, costituito da una lega ferro-carbonio, si distingue in funzione della percentuale di carbonio presente in peso; in particolare si suddividono in: acciai dolci ($C=0,15\%-0,25\%$), acciai semiduri, duri e durissimi ($C>0,75\%$).

Gli acciai per usi strutturali, denominati anche acciai da costruzione o acciai da carpenteria hanno un tenore di carbonio indicativamente compreso tra 0,1% e 0,3%. Il carbonio infatti, pur elevando la resistenza, riduce sensibilmente la duttilità e la saldabilità del materiale; per tale motivo gli acciai da costruzione devono essere caratterizzati da un basso tenore di carbonio.

I componenti dell'acciaio, comprensivi del ferro e del carbonio, non dovranno comunque superare i valori limite percentuali specificati nella normativa europea UNI EN 10025-5 (per i laminati).

A tal proposito gli acciai vengono suddivisi in "legati" e "non legati", a seconda se l'acciaio considerato contiene tenori della composizione chimica che rientrano o meno nei limiti della UNI EN 10020 per i singoli elementi costituenti.

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno in tutti i casi utilizzare acciai conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), e già recanti la Marcatura CE secondo norma UNI EN 1090-1.

Per le tipologie dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore dovrà essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parte 2 e 4).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI EN ISO 6892-1 e UNI EN ISO 148-1.

Gli acciai laminati di uso generale per la realizzazione di strutture metalliche e per le strutture composte comprendono:

Prodotti lunghi

- laminati mercantili (angolari, L, T, piatti e altri prodotti di forma);
- travi ad ali parallele del tipo HE e IPE, travi IPN;
- laminati ad U

Prodotti piani

- lamiere e piatti
- nastri

Profilati cavi

- tubi prodotti a caldo

Prodotti derivati

- travi saldate (ricavate da lamiere o da nastri a caldo);
- profilati a freddo (ricavati da nastri a caldo);
- tubi saldati (cilindrici o di forma ricavati da nastri a caldo);
- lamiere grecate (ricavate da nastri a caldo).

Processo di saldatura

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9606-1 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN ISO 9606-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN ISO 14732.

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 3834 e la UNI EN ISO 15614-1.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30.

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un Ente terzo; in assenza di prescrizioni in proposito l'Ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza.

Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione.

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello visivo al 100%, saranno definiti dal Collaudatore e dal Direttore dei Lavori; per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione si useranno metodi di superficie (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi X o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 17635.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 9712 almeno di secondo livello.

Bulloni e chiodi

I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.

I bulloni, conformi per le caratteristiche alla norma UNI EN ISO 4016, devono appartenere alle sottoindicate classi della norma UNI EN ISO 898-1, associate nel modo indicato nella seguente tabella.

	normali			Ad alta resistenza	
vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9

dado	4	5	6	8	10
------	---	---	---	---	----

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella sotto riportata.

classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm ²)	4	5	6	8	10

Bulloni per giunzioni ad attrito

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della seguente tabella

Elemento	Materiale	riferimento
viti	8.8. - 10.9 secondo UNI EN 898-1	UNI EN 14399 parti 3 e 4
dadi	8 - 10 secondo UNI EN ISO 898-2	
rosette	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32-40	UNI EN 14399 parti 5 e 6
piastrine	Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32-40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN 14399-1, e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni di cui alla normativa tecnica.

Chiodi

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI EN 10263 (parti 1 - 5).

1.6 SEGNALETICA STRADALE VERTICALE

Supporto metallico

I segnali dovranno essere costruiti in lamiera di alluminio semicrudo di tipo conforme alle norme UNI con spessore non inferiore a mm 2,5 e rinforzati, lungo il perimetro, con una bordatura di irrigidimento realizzata a scatola.

Le frecce di direzione, oltre alla bordatura scatolata, dovranno essere rinforzate, sul retro, da due traverse di irrigidimento completamente scanalate adatte allo scorrimento longitudinale delle staffe di attacco ai sostegni.

Tutti i segnali dovranno essere muniti di due o più attacchi posteriori realizzati mediante speciali profilature formanti un canale continuo per tutta la lunghezza del segnale, con la duplice funzione di irrigidimento e di consentire l'alloggiamento e lo scorrimento della bulloneria di serraggio delle staffe che in questo modo potranno essere fissate, senza problemi di interasse, anche a sostegni esistenti. Le suddette profilature dovranno presentare, in corrispondenza del punto di contatto con le staffe, una superficie piana, parallela alla faccia anteriore del supporto, che garantisca la massima aderenza tra staffa e profilo.

Sul retro dovrà essere stampata la dicitura "PROVINCIA DI CREMONA", quanto previsto dall'art. 77, comma 7, del D.P.R. 495/1992.

Il supporto del cartello grezzo prima della verniciatura dovrà essere reso scabro mediante carteggiatura e subire il trattamento di fosfocromatazione dell'alluminio al fine di aumentare la resistenza del metallo alla corrosione e rendere possibile l'ancoraggio della mano di fondo. I pezzi, dopo questo trattamento, avranno aspetto verde iridescente dovuto alla sottile pellicola di fosfati di cromo-alluminio. Il trattamento viene eseguito ad immersione in vasche e si articola nelle seguenti operazioni:

vasca di sgrassaggio e successivo lavaggio con acqua;

vasca di fosfocromatazione e successivo lavaggio con acqua ed essiccazione;

applicazione del fondo: viene eseguita ad immersione onde favorire la penetrazione dello stesso all'interno degli eventuali attacchi di sostegno posti sul retro dei cartelli e negli spigoli della sciolatura perimetrale. Il fondo anticorrosivo dovrà avere spessore 25–35 micron. Tale trattamento viene seguito da carteggiatura meccanica a secco.

Le saldature ed ogni altro mezzo di giunzione tra il segnale ed i suoi elementi strutturali, attacchi e supporti, dovranno mantenersi integri ed immuni da corrosione per tutto il periodo di vita utile garantita per ciascun tipo di materiale retroriflettente.

Sostegni

Pali

I pali per i sostegni della segnaletica verticale saranno in acciaio zincato a caldo. Le lunghezze dovranno essere tali da consentire l'installazione dei segnali nel rispetto delle prescrizioni del Codice della Strada, secondo le indicazioni di progetto o del Direttore dei Lavori. I sostegni di qualsiasi diametro e lunghezza dovranno essere forniti completi di tappo di chiusura in sommità e di dispositivo antirotazione.

Sostegni a portale, a bandiera, a farfalla, monopalo

I tipi di sostegno a portale, a bandiera, a farfalla o monopalo saranno del tipo in acciaio zincato idoneo per il sostegno della targhe di segnaletica sottoposte ad azione del vento secondo le indicazioni della normativa tecnica e con le seguenti caratteristiche generali:

struttura costituita con elementi tubolari a sezione circolare o scatolare uniti mediante saldatura ed opportunamente rinforzati.

ritto verticale, spessore non inferiore a mm.6.

elemento trasversale a struttura reticolare, con due coppie di correnti orizzontali, collegati mediante elementi tubolari.

quota dei correnti rispetto al suolo: tale che il bordo inferiore delle targhe montate sul portare si trovi in ciascun punto ad almeno m.5,50 di altezza sulla sottostante carreggiata.

spessore dei correnti non inferiore a mm. 4.

collegamenti delle principali parti della struttura ottenuti mediante flange di dimensioni adeguate, munite di fazzoletti, e serrate con bulloni classe 8.8, di sezione adeguata.

sollecitazione max risultante inferiore a 16 kg/cm² in qualsiasi punto della struttura.

zincatura a caldo, previo trattamento di sgrassaggio e decapaggio, con copertura di zinco non inferiore a 650 g. per mq di superficie; strato di zinco uniforme e continuo, esente da scaglie e scorie.

ancoraggio al plinto di fondazione in calcestruzzo mediante piastre, flange e tirafondi affogati nel calcestruzzo per una profondità di almeno 60 cm, tra loro connessi con collegamenti saldati.

blocco di fondazione dimensionato così che, in presenza della sollecitazione max prevista per il portale, la pressione del terreno sul bordo compresso non superi 1 kg/cmq, in ogni caso senza tener conto della presenza del terreno che ne circonda i lati.

comprensivo di acciaio di armatura delle fondazioni ed il calcestruzzo di fondazione.

L'Appaltatore rimarrà comunque unico e solo responsabile della stabilità dei segnali installati, sollevando da tale responsabilità sia la stazione appaltante che i suoi funzionari da danni che potrebbero derivare a cose o a persone.

I sostegni a portale saranno di norma costruiti in lega di alluminio o in acciaio tipo Fe 360 D interamente zincato e non verniciati.

La struttura dovrà essere realizzata mediante composizione di elementi a sezione rettangolare, quadrata o circolare.

Collari

I collari dovranno essere realizzati in profilato estruso di alluminio, essere adatti al fissaggio sui sostegni tubolari di diametro 48 e 60 mm ed offrire le massime garanzie di durata ed inalterabilità nel tempo senza alcun intervento manutentivo; la bulloneria fornita a corredo dovrà essere realizzata in acciaio inox al fine di evitare fenomeni di corrosione. I suddetti collari dovranno essere di tipo ad "omega" e dotati di dispositivo antirotazione rispetto al sostegno approvato dalla stazione appaltante; non saranno accettate staffe del tipo ad un bullone.

Faccia anteriore

La faccia utile del cartello dovrà essere completamente rivestita da una pellicola rifrangente a "pezzo unico" ad elevata efficienza (classe 2) o da una pellicola fluororifrangente tipo 3M SCOTCHLITETM DIAMOND GRADE serie 3.951 o similari; dovrà essere stampata col metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli, protetta interamente da vernice trasparente. La stampa e la applicazione delle vernici di protezione dovrà comunque essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante delle pellicole utilizzate e dovrà mantenere inalterate le sue caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola.

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (tabella II D.P.R. 495/1992) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità secondo quanto previsto dall'art. 79, comma 3, del D.P.R. 495/1992.

La realizzazione a "pezzo unico" si riferisce ai segnali di pericolo, divieto e d'obbligo ed ai segnali di strada con diritto di precedenza, ed al fondo con bordatura delle frecce direzionali.

Le pellicole dovranno essere applicate ai supporti metallici in maniera tale da fissarsi durevolmente e resistere alle corrosioni ambientali.

Pellicole rifrangenti

Tutte le pellicole dovranno corrispondere ai livelli di qualità fissati dal D.M. LL.PP. 31.03.1995 ed a garanzia che le pellicole sottoposte a verifiche di conformità a detto disciplinare tecnico derivano da materiale di ordinaria produzione, dovranno

risultare prodotte da aziende in possesso di un sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI EN 29000 (ISO 9.000).

Le pellicole, in normali condizioni di impiego, dovranno avere caratteristiche tali ed essere applicate e lavorate in modo da assicurare un limite di durata minima di 10 anni; entro tale periodo la pellicola non dovrà presentare segni visibili di alterazione (bolle, screpolature, distacchi, cambiamenti di colore e di dimensione) e dovrà mantenere almeno l'80% dei valori fotometrici.

Segnali di direzione e preavvisi di intersezione

Per i segnali di direzione (freccie), i preavvisi di intersezione, i segnali di preselezione e i grandi segnali di destinazione al di sopra della carreggiata, l'impaginazione e la composizione sarà quella prevista in progetto oppure ordinata di volta in volta, per iscritto, dal Direttore dei Lavori.

1.7 SEGNALETICA STRADALE ORIZZONTALE

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale si classificano nel seguente modo:

Vernici

Vernici a freddo con microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate

La vernice deve essere costituita da una miscela di resine e di plastificanti, da pigmenti, materiali riempitivi e da microsfere di vetro o ceramica; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei. Il residuo volatile può essere considerato pari al 20%.

Vernici a base di acqua con microsfere di vetro premiscelate post-spruzzate

La Vernice deve essere composta da resine acriliche contenute in una sospensione a base di acqua.

Vernici bicomponenti

La segnaletica dovrà essere eseguita con una vernice a freddo bicomponente, avente residuo secco non inferiore al 95%.

L'applicazione di detta soluzione dovrà avvenire mediante spruzzatura dei due componenti che si dovranno miscelare durante la messa in opera.

Termoplastico

Il materiale termoplastico deve essere costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati da microsfere di vetro premiscelate e post-spruzzate, da microsfere da applicare a spruzzo e/o per estrusione a caldo.

Laminati Elastoplastici

Laminati autoadesivi prefabbricati, retroriflettenti con preinserimento di materiali ad alto indice di rifrazione sono costituiti da materiali elastoplastici autoadesivi, costituiti da polimeri di alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, da pigmenti stabili nel tempo e con microsfere di vetro o ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed elevata resistenza all'usura.

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie, essi potranno essere posti in opera sia incassandoli in pavimentazioni nuove, mentre il manto è ancora caldo, che su pavimentazioni esistenti utilizzando il primer per facilitarne l'adesione.

Devono essere inoltre impermeabili, idrorepellenti, antiderapanti, resistenti alle soluzioni saline, alle escursioni termiche ed all'abrasione e non devono scolorire al sole.

Standard prestazionali dei materiali

I requisiti ai quali tutti i prodotti, impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile sono quelli di seguito elencati. Valori minori a quelli richiesti sono considerati insufficienti per il mantenimento degli standard di sicurezza previsti. La segnaletica orizzontale deve essere efficiente fin dalla posa in opera e questa, in termini di visibilità notturna, antiscivolo ecc. deve essere mantenuta per tutta la vita utile prevista.

Gli standard prestazionali richiesti sono:

colore

visibilità notturna

coefficiente di attrito trasversale (SRT)

tempo di essiccazione

Colore

Il colore è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore ed è definito mediante le coordinate tricromatiche, riferite al diagramma colorimetrico standard C.I.E. 1931 (ISO/CIE 10526 – 1991) I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale devono rientrare, per tutta la loro vita utile, all'interno delle zone determinate dalle coordinate tricromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui al presente Capitolato Speciale, e riportate nella tabella seguente: Punti d'angolo delle ragioni cromatiche, per i colori bianco e giallo misurati con illuminante standard D65 (ISO/CIE10526).

Punti d'angolo	1	2	3	4	5
Bianco	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo permanente	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo temporaneo	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483
Geometria di lettura: 45°/0° illuminazione (45±5)° e misura (0±1)°					

Visibilità notturna

La visibilità notturna della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminosità retroriflessa (RL).

Il valore di retroriflessione deve mantenersi nei valori (vedi tabella valori) per tutta la vita utile del prodotto.

Valore di aderenza (Coefficiente di Attrito Trasversale - SRT)

La segnaletica orizzontale deve possedere, nelle sue caratteristiche, una resistenza allo slittamento dovuta al contatto tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli. Il valore minimo rilevato deve mantenersi nei valori (vedi tabella valori) per tutta la vita utile del prodotto.

Tempo di essiccazione

Vernici: La vernice a freddo (normale e bicomponente) applicata sulla superficie stradale (manto bituminoso), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ad umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione (vedi tabella). Le vernici ad acqua devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un'umidità relativa inferiore a 80%, per queste pitture il tempo di essiccazione dovrà essere di 15 secondi. Trascorsi tali periodi di tempo, le vernici (normali, ad acqua e bicomponenti) non devono sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote degli autoveicoli in transito.

Termoplastico: La pittura applicata sulla superficie stradale (manto bituminoso) alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180/240 secondi per l'estruso dall'applicazione (vedi tabella sottostante) Trascorso tale periodo di tempo la pittura non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento viene controllato in laboratorio secondo la norma ASTM D 711-55. In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione del Direttore dei Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase di asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

Laminati: La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15 minuti dall'applicazione (vedi tabella sottostante).Dopo la rullatura i laminati devono essere immediatamente trafficabili.

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI PRESTAZIONALI

Tipo Materiale	Valore minimo RI (mcd m-2 lx-1)	Valore SRT	Tempo di essiccazione
Vernice a freddo	130	>=40	15 min
Vernice ad acqua	130	>=40	15 sec
Vernice bicomponente	200	>=40	15 min
Termoplastico	150	>=40	30 sec
Laminati (primer)	200	>=40	15 min

Tolleranze

Colore: non sono ammessi valori al di fuori delle zone colorimetriche prescritte negli articoli precedenti.

Visibilità notturna: Non sono ammessi valori RL inferiori a quanto previste negli articoli precedenti.

Aderenza SRT: Non sono ammessi valori inferiori a quanto previste negli articoli precedenti.

Tempo di essiccazione:

- Vernici: la tolleranza ammessa rispetto ai valori previsti è + 5 minuti
- Termoplastico: la tolleranza ammessa rispetto ai valori previsti è + 10 secondi per lo spruzzato è di + 60 secondi per l'estruso
- Laminati: la tolleranza ammessa, rispetto ai valori previsti, è + 5 minuti.

Qualora, dopo le verifiche, i valori di tolleranza risultassero eccedenti a quelli previsti dal presente Capitolato Speciale, l'Appaltatore, dovrà provvedere a sua cura e spese e dietro richiesta del Direttore dei Lavori, a tutti i ripristini o rifacimenti che si rendessero necessari per dare al lavoro finito a perfetta regola d'arte.

Vita utile della segnaletica orizzontale

Per vita utile del prodotto verniciante si intende il periodo temporale che intercorre dal momento dell'applicazione alla perdita anche di una sola delle caratteristiche prestazionali previste nella "tabella riassuntiva dei valori" di cui al precedente articolo. I valori riportati nella sottostante tabella, espressi in mesi, indicano per ogni materiale di segnaletica orizzontale, la rispettiva vita utile.

Vernice a freddo (su nuova pavimentazione o ripasso)	12 mesi
Vernice ad acqua	12 mesi
Vernice bicomponente	36 mesi
Termoplastico	18 mesi
Laminati	36 mesi

Alla fine della vita utile la segnaletica orizzontale deve essere compatta ed uniforme con le dimensioni originali.

Caratteristiche tecniche delle vernici spartitraffico rifrangenti

Aspetto

La pittura deve essere omogenea e ben dispersa, esente da grumi e da pellicole e non deve presentarsi ispessita o gelatinosa. Tale aspetto deve restare anche dopo 6 mesi dall'immagazzinaggio della vernice alla temperatura compresa tra 20 °C e 5 °C; è tollerata una leggera sedimentazione del pigmento sul fondo del contenitore che però in ogni caso, all'atto della applicazione, deve potersi facilmente reincorporare mediante rimescolamento a mezzo di spatole.

Colore

La vernice spartitraffico sarà fornita a richiesta nei colori bianco, giallo e nero opaco.

I colori di fornitura delle pitture devono rispondere alle seguenti tinte della scala R.A.L.: (Registro colori 840 – HR):

bianco: RAL 9016;

giallo: RAL 1007;

nero: RAL 9004.

La determinazione del colore è eseguita in laboratorio dopo l'essiccamento dello stesso per 24 ore. La pittura non deve contenere alcun elemento colorante organico e non deve scolorire al sole.

Peso specifico

Il peso specifico a 25 °C deve essere per la vernice spartitraffico da 1,450 a 1,650 kg/l.

Viscosità

La viscosità a 25 °C con metodo STORMER–KREBS, dovrà corrispondere da 80 a 90 K.U.

Essiccazione

La vernice applicata con normale macchina traccialinee, su normali superfici bituminose, con condizioni di temperatura dell'aria comprese fra 15 °C e 40 °C, umidità relativa non superiore al 70%, dovrà avere un tempo di essiccazione, di fuori polvere, non superiore a 5 minuti, ed una essiccazione totale (apertura al traffico) non superiore a 20 minuti.

Composizione

La vernice spartitraffico deve essere composta esclusivamente con resine acriliche e metacriliche ed essere miscelata con perline di vetro (eccetto il nero opaco).

Residuo non volatile

Il residuo non volatile deve essere compreso tra il 76% e l'85% (riferito al peso della vernice comprensiva di perline).

Residuo di resina secca

Il residuo di resina secca deve essere non inferiore al 15% in peso della vernice comprensiva di perline.

Pigmenti

I pigmenti dovranno essere puri.

Per la vernice spartitraffico bianca il pigmento dovrà essere costituito da biossido di titanio rutilo e la percentuale in peso (riferita al peso della vernice comprensiva di perline) non dovrà essere inferiore al 16% nonché da ossido di zinco la cui percentuale (riferita al peso della vernice comprensiva di perline) dovrà essere compresa fra il 2,5% ed il 3,5%.

Il pigmento della vernice spartitraffico gialla dovrà essere costituito da cromato di piombo e la percentuale in peso (riferita al peso della vernice comprensiva di perline) non dovrà essere inferiore all'11%.

Cariche inerti

È assolutamente vietato l'uso dei prodotti previsti dall'art. 1, della Legge 19.07.1961 n. 706, sia per la formazione della vernice bianca come per quella gialla. La carica di inerti non dovrà essere superiore al 20% del peso della vernice comprensiva delle perline.

Solventi (sostanza volatili)

I solventi contenuti nella composizione della vernice dovranno essere a norma di legge. I solventi (sostanze volatili) non devono essere superiori al 27% in peso della vernice spartitraffico comprensiva delle perline.

Potere coprente (resa)

La vernice spartitraffico dovrà dare un potere coprente o dare una resa media con spessore di 375 micron da 2÷2,4 m²/kg.

Diluizione

Le vernici spartitraffico fornite dovranno essere semi pronte e non dovranno essere diluite all'atto della applicazione con apposito diluente in percentuale superiore all'8% della vernice comprensiva di perline.

Rifrangenza

La vernice spartitraffico rifrangente deve essere del tipo premiscelato, cioè contenente sfere di vetro mescolate durante il processo di lavorazione. La vernice rifrangente spartitraffico deve essere perfettamente omogenea, ben dispersa, non presentare grumi o fondi. Deve essere semi pronta all'uso.

Composizione e caratteristiche delle sfere di vetro

le perline di vetro dovranno essere perfettamente sferiche per almeno l' 80%, come previsto dagli standard EN 1423, trasparenti, non presentare soffiature ed essere prive di lattiginosità.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,5 usando per la determinazione il metodo della immersione con luce di TUNGSTENO. Le sfere di vetro non dovranno subire alcuna alterazione di soluzioni acide tamponate a pH 5-5,3 o di soluzioni normali di cloruro di calcio o di sodio. La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni vernice spartitraffico premiscelata dovrà essere compresa fra il 20 ed il 23% in peso del prodotto.

Le sfere di vetro (premiscelate) dovranno soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria:

Serie di setacci	Perline passanti % totale in peso
Setaccio 400 micron	100
Setaccio 315 micron	95 ÷ 100
Setaccio 200 micron	50 ÷ 80
Setaccio 100 micron	5 ÷ 30
Setaccio 71 micron	0 ÷ 10

Le perline da aggiungere in opera (post-spruzzate) cioè da fornirsi separatamente dalla vernice dovranno invece soddisfare complessivamente le seguenti caratteristiche di granulometria:

perline 100/600

Serie di setacci	Perline passanti % totale in peso
Setaccio 800 micron	100
Setaccio 500 micron	80 ÷ 100
Setaccio 315 micron	24 ÷ 65
Setaccio 200 micron	3 ÷ 25
Setaccio 100 micron	0 - 5

perline 400/800

Serie di setacci	Perline passanti % totale in peso
Setaccio 1000 micron	100
Setaccio 840 micron	85 ÷ 100
Setaccio 590 micron	40 ÷ 80
Setaccio 420 micron	0 ÷ 20
Setaccio 250 micron	0 ÷ 10

1.8 IMPIANTI TECNOLOGICI

Tutti gli impianti saranno costituiti dalle forniture e dagli elementi indicati e da quant'altro che, pur non essendo stato espressamente specificato, si rilevi necessario per il perfetto e completo funzionamento degli impianti stessi nel loro insieme e nelle loro singole parti.

Gli impianti ed i componenti devono essere realizzati a regola d'arte. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle Norme di Legge ed ai regolamenti vigenti alla data del contratto.

Disposizioni generali

L' Appaltatore è tenuto ad eseguire gli impianti a regola d'arte utilizzando allo scopo materiali e componenti realizzati secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente Italiano di unificazione (UNI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI).

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere.

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte ed in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni di progetto.

I materiali e le forniture dovranno corrispondere alle prescrizioni di legge, a quelle del presente Capitolato e degli altri atti contrattuali, qualora fossero più restrittive e comunque incluse a tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato; dovranno essere delle migliori qualità, risultare di perfetta lavorazione ed essere adeguati alle condizioni ambientali, e d'uso; quando prescritto dalle vigenti norme di legge dovranno essere assoggettati ad omologazione.

In particolare tutti i materiali e le apparecchiature di produzione italiana dovranno essere nuovi e conformi alle Norme di Legge, C.N.R. - UNI, CEI-UNEL ed altre emanate ed emanande.

I materiali appartenenti a categorie ammesse al regime del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o Istituto Italiano Plastici (IIP) dovranno portare il contrassegno di detti Istituti o di altri equivalenti Istituti Europei.

I materiali di produzione estera per i quali non fossero applicabili le norme suddette dovranno essere conformi alle norme IEC, UTE, VDE, DIN, ISO o comunque a norme armonizzate CEE.

Il diametro nominale (DN) degli elementi di tubazioni è quello definito in norma UNI-ISO 6708-82.

Marche, nomi commerciali e sigle di materiali o prodotti eventualmente riportate nei documenti contrattuali si intendono indicativi di uno standard di qualità; pertanto non saranno accettati materiali e apparecchiature con caratteristiche qualitative e funzionali che non siano uguali o superiori a tali standard.

Campioni di materiali e apparecchiature dovranno essere sottoposti all'approvazione del Direttore dei Lavori almeno quindici giorni prima dell'impiego; l'Appaltatore resta comunque responsabile della costanza delle caratteristiche accettate per tutto il materiale impiegato.

Sono a carico l'Appaltatore gli oneri per l'espletamento di tutte le pratiche relative all'ottenimento di qualsiasi genere di autorizzazione, licenze, permessi e certificazioni relative all'esecuzione degli impianti.

Alla ultimazione dei lavori l'Appaltatore dovrà consegnare al Direttore dei Lavori tutti i Nulla-Osta degli enti preposti.

Sono altresì a carico dell'Appaltatore:

la protezione mediante fasciature, coperture, ecc. di altre parti di impianti eseguite o no dall'Appaltatore per proteggerle da danneggiamenti durante l'esecuzione dei lavori in modo che ad opere ultimate il materiale sia consegnato come nuovo;

lo smontaggio e rimontaggio della apparecchiature che possano compromettere la buona esecuzione di altri lavori in corso;

l'adeguamento o la redazione della monografia degli impianti eseguiti con dati tecnici, tarature, ecc;

l'adeguamento o la redazione del manuale d'uso e manutenzione, in triplice copia corredato di disegni planimetrici degli impianti eseguiti, completi di particolari costruttivi, schemi funzionali ed istruzioni relative alla conduzione in tutte le varie possibili condizioni di esercizio completo di istruzioni per la messa in funzione e norme per la manutenzione. La consegna del manuale vincolerà la possibilità di accedere al verbale di ultimazione dei lavori;

la raccolta di tutta la documentazione (certificati di omologazione, certificati di laboratorio, caratteristiche, depliant illustrativi, ecc.) relativi a materiali ed apparecchiature impiegati nella costruzione degli impianti;

tutti gli adempimenti nei confronti delle Autorità competenti che per legge possono in qualsiasi modo avere ingerenza e controllo nella installazione di apparecchiature e degli impianti; pertanto l'Appaltatore dovrà informare il Direttore dei Lavori che potrà assistere alle prove;

l'emissione della dichiarazione di conformità dell'impianto ai sensi della Legge 37/08;

tutti gli oneri e spese necessarie per l'esecuzione di prove tecniche di laboratorio, visite in fabbrica in corso d'opera, collaudi parziali e finali.

Osservanza di leggi, regolamenti, disposizioni e norme tecniche

Nella esecuzione degli impianti l'Appaltatore per quanto di sua competenza, dovrà attenersi rigorosamente alle prescrizioni e raccomandazioni di Leggi, Regolamenti, Disposizioni e Norme Tecniche vigenti e precisamente:

Prescrizioni e raccomandazioni dell'Ente distributore di energia elettrica;

Leggi della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/2000: «Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso»;

Delibera della Giunta Regionale n. 2611 del 11/12/2000: «Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto»;

Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001: «Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01»;

Legge Regionale 21 Dicembre 2004 n° 38: "Modifiche ed integrazioni alla L.r. 27 marzo 2000, N. 17 «Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso» ed ulteriori disposizioni";

prEN 12464-2 «Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places»;

Norma prEN 13201/1: «Road lighting — Part 1: Selection of lighting classes» e Norma UNI 11248 «Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche»;

Norma EN 13201/2: «Road lighting - Part 2: Performance requirements»;

il regolamento e le prescrizioni comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera;

le disposizioni delle Società erogatrici;

Decreto 22 Gennaio 2008 - n. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 , n. 81: “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.

Legge n. 186 del 1/3/1968;

Legge n. 818 del 27/10/1984;

Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano in vigore alla data di inizio dei lavori di installazione

Norma EN 13201/3: «Road lighting - Part 3: Calculation of performance»;

Norma EN 13201/4: «Road lighting -Part 4: Methods of measuring lighting performance»;

Norma EN 13201/5: «Road lighting — Part 1: Selection of lighting classes»;

Norma UNI 10439: «Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato», seconda edizione - Luglio 2001;

Norma UNI 10819: «Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso». (solo per le definizioni, poiché superata dalla Legge Regionale 17/2000 per quanto riguarda i contenuti);

Norma UNI EN 40: «Pali per illuminazione pubblica»;

Norma CEI EN 60598 : «Apparecchi di illuminazione»;

Norma CEI 34-33: «Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale»;

Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi di illuminazione in generale;

Norma CEI 11-4: «Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne»;

Norma CEI 11-17: «Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo»;

Norma CEI 64-7: «Impianti elettrici di illuminazione pubblica»;

Norma CEI 64-8: «Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V».

Cavi elettrici a bassa tensione

Sezione del cavo

Portata in regime permanente secondo CEI UNEL 35024/1 per cavi isolati con materiale elastometrico e termoplastico, CEI UNEL 35024/2 per cavi ad isolamento minerale

Coefficiente di riduzione relativo alla condizione di installazione e al raggruppamento dei cavi inteso nelle condizioni più restrittive durante lo sviluppo della linea;

Caduta di tensione tra utilizzatore più lontano e fonte di energia non superiore al 4%.

Colorazione delle guaine e contrassegni

contrassegni per l'individuazione immediata di ogni cavo;

cavi multipolari con colorazione del rivestimento esterno e delle guaine interne prevista dal costruttore;

cavi unipolari con colorazione delle guaine come segue:

conduttore di terra; giallo rigato di verde;

conduttore di neutro: blu;

conduttore in c.c.: rosso;

conduttori per le fasi: colore nero, grigio e marrone a scelta contraddistinti in R-S-T per la distribuzione tra le fasi e neutro. Dello stesso colore tra le fasi di distribuzione trifasi senza neutro.

Giunte sui cavi solo per tratti di lunghezza maggiori delle pezzature standard in commercio.

Cavi FG16 (0) R 16 0,6/1kV

Normativa di riferimento: CEI 20-67;

Anima: conduttore in corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto;

Isolante: Mescola di gomma etilpropilenica ad alt o modulo di qualità ;

Guaina: Mescola di PVC di qualità R16;

Temperatura di funzionamento: 90 °C

Temperatura di corto circuito: 220 °C

Posa interrata all'esterno o in cabaletta o tubo nei sottovia e sottopassi.

Pali a sicurezza passiva per illuminazione pubblica

I pali dell'impianto di illuminazione pubblica dovranno presentare le seguenti caratteristiche e specifiche tecniche:

pali a sicurezza passiva, cedevoli, tipo "ZIP pole" ASI 1 e THIV27 o similari, marcati CE, conformi alle norme EN 40-3-3 e UNI EN 12767, con classe di sicurezza ed assorbimento di energia 100:H:3.

Il palo è composto da una piastra in acciaio di 2mm di spessore, sagomata di forma conica poligonale a 9 angoli. I bordi della piastra sono rivettati per tutta la lunghezza del palo. L'acciaio è ad alta resistenza (high grade steel) con snervamento minimo a 400MPa, spessore 2mm. Sigla dell'acciaio: 340LA. Il palo è zincato con materiale di protezione contro la corrosione garantito 25 anni Magnelis®. La protezione è realizzata in una linea di zincatura continua di 93,5% zinco, 3% magnesio e 3,5% alluminio. Il palo è certificato per un'installazione su plinto in cemento come da istruzioni di posa allegate del produttore.

Ad ogni palo vengono realizzate le seguenti lavorazioni:

asola entrata cavi;

applicazione della taschina di messa a terra;

asola per morsettiera.

Tutti i pali, avranno una conicità di 10 mm/m e termineranno in cima con dm 60 mm idoneo al montaggio di una armatura stradale.

La zincatura dei materiali verrà ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso il cui spessore dello strato di zinco è conforme alle norme UNI EN ISO 1461.

I pali dovranno essere costruiti in conformità alla norma UNI EN 40-5 e alle norme collegate:

Dimensioni e tolleranze: UNI EN 40-2;

Materiali: UNI EN 40-5;

Specifiche dei carichi caratteristici: UNI EN 40-3-1;

Verifica mediante calcolo: UNI EN 40-3-3;

Protezione della superficie: UNI EN 40-4.

Ogni palo sarà dotato di etichetta adesiva CE.

Tutte le tipologie di sostegni dovranno essere dotate di protezione nella regione di inghisaggio mediante con una guaina termorestringente in poliolefina irradiata senza giunzione, che garantisce un'ulteriore protezione contro gli agenti chimici esterni (piogge acide, minzioni di animali, ecc.) rif. UNI EN40.

Armature stradali e proiettori

Le armature saranno a LED luminescenti (power-led) secondo le indicazioni di progetto e conformi alla Normativa CEI EN 60662 Riferimento CEI 34-24. In ogni caso le lampade impiegate devono rispettare i requisiti previsti nella Legge Regione Lombardia n°17 del 27 Marzo 2000 e s.m.i..

Corpo e telaio: In alluminio pressofuso e disegnati con una sezione e bassissima superficie di esposizione al vento. Alette di raffreddamento integrate nella copertura.

Attacco palo: In alluminio pressofuso è provvisto di ganasce per il bloccaggio dell'armatura secondo diverse inclinazioni. Orientabile da 0° a 15° per applicazione a frusta; e da 0° a 10° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5° Idoneo per pali di diametro 63-60mm.

Ottiche: Sistema a ottiche combinate realizzate in PMMA ad alto rendimenti resistente alle alte temperature e ai raggi UV.

Diffusore: vetro trasparente sp. 4mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001)

Verniciatura: il ciclo di verniciatura standard a polvere è composto da una fase di pretrattamento superficiale del metallo e successiva verniciatura a mano singola con polvere poliestere, resistente alla corrosione, alle nebbie saline e stabilizzata ai raggi UV.

Dotazione: Dispositivo di controllo della temperatura all'interno dell'apparecchio con ripristino automatico. Dispositivo di protezione conforme alla EN 61547 contro i fenomeni impulsivi atto a proteggere il modulo LED e il relativo alimentatore.

grado di protezione IP67; caratteristiche dei corpi illuminanti: completi di circuito con led monocromatici di potenza 102.6W nel colore "Antracite"

Apparecchiature elettriche, quadri di comando e protezione

Tutti i circuiti fanno capo ad un quadro con involucro esterno in materiale isolante, adatto sia per impianti in Classe I e in Classe II, con grado di protezione IP55 a portella chiusa e XXB a portella aperta. Il quadro di comando sarà montato su di un basamento in calcestruzzo e alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione dall'Ente Distributore.

Il quadro standard è provvisto di un interruttore di manovra generale.

Ogni circuito deve essere protetto contro le correnti di sovraccarico, di cortocircuito e contro i contatti indiretti con adeguato dispositivo automatico di sganciamento (Interruttore Magnetotermico e Interruttore Differenziale di adeguata sensibilità) tetrapolare o bipolare.

Ogni quadro deve essere predisposto per il collegamento di un interruttore crepuscolare (fotocellula) che permette l'accensione e lo spegnimento dei circuiti automaticamente, e in funzione dell'illuminamento ambientale.

Ogni quadro deve essere predisposto per essere interfacciato con il sistema di telecomando o telecontrollo.

Tutti i circuiti possono essere telecomandati e/o temporizzati, per la gestione dell'illuminazione in rispetto alla L.R. Lombardia 17/2000 "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso".

Ogni circuito deve essere dotato di un commutatore che permette di escludere il sistema automatico di comando tramite l'interruttore crepuscolare e di alimentare manualmente i singoli circuiti.

Interruttore di bassa tensione

Interruttori modulari

Gli interruttori dovranno essere conformi alle seguenti normative:

CEI EN 60898 norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e simile

CEI EN 61009 norma per interruttori automatici differenziali con integrata la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e simile

CEI EN 60947.1/2 norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti di tipo industriale

Inoltre, gli interruttori devono essere dotati di Marchio di qualità IMQ per interruttori magnetotermici con I_n fino a 40 A e per interruttori magnetotermici differenziali con I_n fino a 40 A e I_{dn} = 30, 300, 500 mA.

Tropicalizzazione apparecchiature: esecuzione T2 secondo norma IEC 68-2-30 (umidità relativa 95% a 55° C).

Dovranno essere disponibili in taglie di corrente normalizzate fino a 125A, con numero di poli da 1 a 4 tutti protetti con taratura fissa.

La tensione nominale di funzionamento è fino a 500 Vca e 250 Vcc con potere di interruzione fino a 50 kA (415 Vca), mentre la tensione nominale di tenuta ad impulso (onda di prova 1,2/50ms) è fino a 8 kV.

Le caratteristiche di intervento devono essere le seguenti:

curva B intervento magnetico $3,2 \div 4,8 I_n$ con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a $I_{nf}=1,05 I_n - I_f=1,3 I_n$;

curva C intervento magnetico $6,4 \div 9,6 I_n$ con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$

curva D intervento magnetico $9,6 \div 14,4 I_n$ con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$

curva Z intervento magnetico $2,4 \div 3,6 I_n$ con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,3 I_n$

curva K intervento magnetico $9,6 \div 14,4 I_n$ con valori convenzionali di non intervento ed intervento termico pari a $I_{nf} = 1,05 I_n - I_f = 1,2 I_n$

curva MA intervento magnetico $9,6 \div 14,4 I_n$ (solo magnetico)

Devono essere dotati di chiusura rapida con manovra indipendente e le singole fasi degli interruttori multipolari sono separate tra loro attraverso un diaframma isolante.

La protezione differenziale deve essere realizzata per accoppiamento di un blocco associabile.

Limitatamente alla versione 1P+N il blocco associabile deve essere largo 2 passi da 9 mm.

Le correnti nominali di intervento differenziale dovranno essere:

tipo istantaneo I_{dn} : 0,03 - 0,3 - 0,5 A

tipo selettivo I_{dn} : 0,3 - 1 A

tipo I/S I_{dn} regolabile sui valori: 0,3 - 0,5 - 1 A

tipo I/S/R I_{dn} regolabile sui valori: 0,3 - 0,5 - 1 - 3A.

Tutti i blocchi differenziali associabili devono essere protetti contro gli interventi intempestivi (onda di corrente di prova 8/20ms). I dispositivi differenziali di tipo "si - super immunizzati" sono inoltre caratterizzati da una protezione aggiuntiva contro gli interventi intempestivi causati da presenza di armoniche, sovratensioni di origine atmosferica e sovratensioni di manovra, che permette loro di raggiungere livelli di tenuta alle correnti impulsive (onda di corrente di prova 8/20 ms) pari a 3kA per le versioni istantanee e 5kA per le versioni selettive.

Sensibilità alla forma d'onda:

classe AC per correnti di guasto alternate

classe A per correnti di guasto alternate, pulsanti unidirezionali e/o componenti continue.

classe A tipo "si" per correnti di guasto alternate, pulsanti unidirezionali e/o componenti continue.

Gli interruttori dovranno essere dotati di visualizzazione meccanica dell'intervento automatico segnalato dalla posizione della leva di manovra, mentre l'intervento per differenziale viene visualizzato sul fronte del blocco associato.

Dovranno inoltre avere un aggancio bistabile adatto al montaggio su guida simmetrica DIN.

I morsetti devono essere dotati di un dispositivo di sicurezza, che evita l'introduzione di cavi a serraggio eseguito; inoltre l'interno dei morsetti è zigrinato in modo da assicurare una migliore tenuta.

Per correnti nominali fino a 63 A è possibile collegare cavi di sezione fino a 50 mm²; per correnti superiori cavi di sezione fino a 70 mm².

La dimensione dei poli degli interruttori automatici magnetotermici è uniformata alle seguenti taglie:

1 modulo da 18 mm fino a $I_n = 63A$, 1 modulo da 27 mm fino a $I_n = 125A$, 1 modulo da 9 mm per gli interruttori 1P+N e 3 moduli da 18 mm per gli interruttori 3P+N.

Potranno essere alimentati anche da valle senza alterazione delle caratteristiche elettriche.

Gli interruttori modulari potranno essere dotati dei seguenti ausiliari elettrici:

contatti ausiliari di segnalazione aperto/chiuso (OF)

contatti di segnalazione di intervento su guasto (SD)

ausiliario bi-funzione commutabile: aperto/chiuso + aperto/chiuso o intervento su guasto (OF+OF\SD)

sganciatori a lancio di corrente integranti un contatto ausiliario aperto/chiuso (MX+OF)

sganciatori di massima tensione (MSU)

sganciatori di minima tensione (MN)

sganciatore di minima tensione temporizzato (MN S)

Dovranno essere dotati su richiesta dei seguenti ausiliari elettrici:

telecomando con funzione teleruttore

telecomando con funzione contattore

sganciatori d'emergenza

telecomando

ausiliario per temporizzazione telecomando

ausiliario per comando impulsivo e/o mantenuto telecomando

ausiliario per riarmo automatico telecomando

ausiliario per riarmo automatico n°3 telecomandi

I blocchi differenziali regolabili o con corrente nominale pari a 125A potranno essere dotati dei seguenti ausiliari elettrici:

contatto di segnalazione di intervento per guasto differenziale

sganciatore a lancio di corrente

L'accoppiamento meccanico degli ausiliari elettrici deve essere effettuato senza l'uso di utensili.

Gli interruttori potranno essere comandati mediante manovra rotativa con eventuale blocco porta. Potranno essere accessoriati di coprimorsetti o copriviti che assicurano un grado di protezione superiore ad IP20.

Inoltre possono essere dotati di un blocco a lucchetto installabile con facilità, in posizione di interruttore aperto.

Caratteristiche costruttive generali degli impianti

Protezioni dalle sovracorrenti

Tutti i circuiti dell'impianto elettrico devono essere protetti dal sovraccarico e corto circuito.

Tale protezione verrà realizzata con interruttori magnetotermici e/o interruttori con fusibili, che devono essere correttamente dimensionati secondo le condizioni:

- protezione da sovraccarico:

$$I_B \leq I_n \leq I_z \quad I_f \leq 1,45 \times I_z$$

- protezione da corto circuito:

$$\sqrt{t} = K \times S / I$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523);

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

t = durata in secondi;

S = sezione in mm²;

I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

K = 115 per i conduttori in rame isolati in PVC;

135 per i conduttori in rame isolati con gomma ordinaria o gomma butilica;

143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

74 per i conduttori in alluminio isolati in PVC;

87 per i conduttori in alluminio con gomma ordinaria, gomma butilica, gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;

115 corrispondente ad una temperatura di 160° C per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.

Protezioni contro i contatti diretti e indiretti

Consiste nel prevedere misure intese a proteggere persone in caso di contatto con parti conduttrici normalmente non in tensione, che potrebbero innalzare il loro potenziale in caso di guasto a terra.

Nel caso di guasto in b.t. le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo alla seguente relazione:

$$R_a \times I_a < 50$$

dove:

R_a è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} ;

Per ragioni di selettività, si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale. Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:

un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso I_a deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5 s,

oppure

un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso I_a deve essere la corrente minima che ne provoca lo scatto istantaneo.

Specificazione quadri di bassa tensione

Generalità

La presente specifica riguarda i criteri di base per la progettazione, la costruzione e le modalità di collaudo per i quadri di distribuzione energia a bassa tensione compresi i quadri generali e quelli secondari.

Normativa

I quadri nel loro complesso e nei singoli componenti saranno progettati, costruiti e collaudati in accordo con le seguenti norme e raccomandazioni:

IEC 439.1 (CEI 17.13.1)

IEC 529 (CEI 70.1; 1980 – fasc. 519; “Gradi di protezione degli involucri – Classificazione)

I singoli componenti saranno progettati e costruiti secondo:

tabelle UNEL

norme di riferimento specifiche.

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960 °C (30/30s) in conformità alle norme IEC 659.2.1 (CEI 50.11; 1986 – fasc. 782; “Prove relative ai rischi di incendio. Parte 1°: Guida per preparare le prescrizioni e le specifiche di prova per la valutazione dei rischi di incendio dei prodotti elettrici. 1.1 – Guida generale. 1.2 – Guida per componenti elettronici).

Dispositivi di manovra e protezione

Saranno oggetto di preferenza da parte del committente apparecchiature che incorporino dispositivi principali del medesimo costruttore.

Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto.

All'interno dovrà essere possibile una agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione.

Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti.

Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature.

Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinti da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Dovrà essere previsto uno spazio pari al 25% dell'ingombro tale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base e relativi circuiti di potenza.

Carpenteria

La struttura dei quadri sarà realizzata in materiale plastico con grado di protezione IP55. I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti. Le porte frontali saranno corredate di chiusura a chiave. I quadri o elementi di quadro costituenti unità a sé stanti dovranno essere completi di golfari di sollevamento.

Tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati. Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando. Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno. Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali. Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il servizio.

Collegamenti di potenza

Le sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le sbarre dovranno essere completamente perforate e saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine. Questi supporti saranno dimensionati e calcolati in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito. Le sbarre saranno in rame elettrolitico con punti di giunzione imbullonati predisposti contro l'allentamento.

Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati. Le derivazioni saranno realizzate in corda o in bandelle di rame flessibile inguainate con isolamento non inferiore a 3 kV.

I conduttori saranno dimensionati per la corrente nominale di ogni interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato.

Per correnti nominali superiori a 160A i collegamenti saranno in ogni caso realizzati con bandelle flessibili.

Gli interruttori saranno normalmente alimentati dalla parte superiore, salvo diversa esigenza di installazione; in tal caso potrà essere prevista diversa soluzione. Dovrà essere studiato altresì la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti o uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere.

A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si attesteranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi coprimerse, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mmq. Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anelli terminali colorati.

Tutti i conduttori sia ausiliari che di potenza si attesteranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

Collegamenti di potenza collegamenti ausiliari

Saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3 kV con le seguenti sezioni minime:

4 mmq per i T.A.

2,5 mmq per i circuiti di comando

1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale. Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata – corrente continua – circuiti di allarme – circuiti di comando – circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite.

I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto. Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

Accessori di cablaggio

Costituiranno titolo di preferenza accessori per l'alimentazione di apparecchiature modulari previsti dal costruttore degli stessi.

Collegamenti alle linee esterne

Se la linea è contenuta in canalina o in cunicoli dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei.

In caso di cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a dei specifici profilati di fissaggio.

Schemi

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

1.9 BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI RITENUTA

Barriere stradali

Le barriere stradali dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla vigente normativa in materia di sicurezza stradale (D.M. n°223 del 18/02/1992 e successive modificazioni ed integrazioni, D.M. n° 2367 del 21/06/2004, UNI EN 1317 parti 1,2,3 e 4, circolare 25/08/2004 n. 3065, circolare 05/10/2010 Prot n. 80173, circolare 21/07/2010 Prot n. 62032); dovranno essere realizzate da produttori specializzati e certificati in qualità aziendale secondo le norme della serie EN ISO 9001 o 9002; dovranno essere dotate obbligatoriamente di marcatura CE ed essere identificabili con il nome del produttore e con la sigla del tipo di barriera.

Barriere metalliche bordo laterale

In base al tipo di strada e al tipo di traffico presente e/o secondo le indicazioni di progetto, le barriere metalliche tipo bordo laterale, da installare su rilevato stradale, dovranno appartenere alle classi:

Classe N2: Contenimento minimo $L_c = 82 \text{ kJ}$

Classe H1: Contenimento medio $L_c = 127 \text{ kJ}$

Classe H2: Contenimento elevato $L_c = 288 \text{ kJ}$

Classe H3: Contenimento elevatissimo $L_c = 463 \text{ kJ}$

con caratteristiche specificate nei rapporti di prova (crash-test)

Barriere metalliche bordo ponte

In base al tipo di strada e al tipo di traffico presente e/o secondo le indicazioni di progetto, le barriere metalliche tipo bordo ponte, da installare su ponti, viadotti e manufatti in genere, dovranno appartenere alle classi:

Classe H2: Contenimento elevato $L_c = 288 \text{ kJ}$

Classe H3: Contenimento elevatissimo $L_c = 463 \text{ kJ}$

Classe H4: Contenimento per tratti ad altissimo rischio $L_c = 572 \text{ kJ}$

con caratteristiche specificate nei rapporti di prova (crash-test)

Barriere a muretto (in cemento tipo New Jersey)

In base al tipo di strada e al tipo di traffico presente e/o secondo le indicazioni di progetto, le barriere a muretto (in cemento tipo New Jersey), da installare su spartitraffico, rilevato stradale, ponti, viadotti e manufatti in genere, dovranno appartenere alle classi:

Classe H2: Contenimento elevato $L_c = 288 \text{ kJ}$

Classe H3: Contenimento elevatissimo $L_c = 463 \text{ kJ}$

Classe H4: Contenimento per tratti ad altissimo rischio $L_c = 572 \text{ kJ}$

con caratteristiche specificate nei rapporti di prova (crash-test)

Terminali

Il terminale semplice è il tratto di barriera al suo inizio e quello alla sua fine, riportato nei disegni dei rapporti di prova delle diverse soluzioni. Si tratta in genere di interramenti e deviazioni della parte terminale d'inizio, combinate o meno tra loro, senza ancoraggi speciali. Tutte le caratteristiche prestazionali sono riportate nei rapporti di prova.

Qualora il terminale semplice non sia indicato nei documenti dei rapporti di prova, il terminale da adottare potrà essere realizzato con nastro che termina immerso nel terreno e che, nella discesa verso il basso, devia leggermente verso l'esterno della strada (angolo di circa 20°). Nel caso in cui la natura del terreno non permetta l'interramento, il nastro potrà curvare verso l'esterno mantenendo la quota.

I terminali semplici possono essere sostituiti alle estremità di barriere stradali con terminali speciali testati secondo la ENV 1317 - 4 e prEN1317-7. In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione.

I terminali speciali dovranno essere attestati alla barriera stradale, sia in acciaio sia in cemento, attraverso un elemento di connessione fornito dal produttore.

Attenuatori d'urto

Gli attenuatori d'urto hanno dimensione confrontabile a quella dell'ostacolo da proteggere o della funzione da svolgere, si dividono in:

Attenuatori redirettivi (R)	Dispositivi destinati a deviare il veicolo collidente se urtati lateralmente e non frontalmente
Attenuatori non redirettivi (NR)	Dispositivi destinati ad arrestare il veicolo in poco spazio e senza danno
Attenuatori NR stretti	Generalmente a lati paralleli, da usare come terminali speciali di barriere
Attenuatori NR larghi	Generalmente a pianta trapezia, da usare nei punti di cambio di direzione o di uscita, in sostituzione delle attuali cuspidi

Gli attenuatori d'urto sono testati secondo la UNI EN 1317 - 3 e marcati CE.

In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo la tabella B riportata all'art. 6 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21.06.2004.

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori	Caratteristica prestazionale
$v > 130 \text{ km/h}$	100	Lunghezza, larghezza, altezza e caratteristiche dei materiali sono riportate nei Rapporti di Prova.
$90 \leq v < 130 \text{ km/h}$	80	
$v < 90 \text{ km/h}$	50	

Recinzioni metalliche

Le recinzioni metalliche (antiscavalamento, antintrusione), fatto salvo quanto specificato negli elaborati grafici di progetto, saranno costituite da:

rete metallica elettrosaldata, zincata a caldo e plastificata, a maglie differenziate di mm 50.8 * 50.8 (n. 8 ordini), di mm 50.8 * 101.6 (n. 7 ordini) e di mm 50.8 * 50.8 (n.1 ordine) dal basso verso l'alto, in filo d = 3.7 mm, di altezza fino a mm 1500;

montanti intermedi posti ad interasse di 2.50 ml, in profilato di acciaio Fe 37 A UNI zincati a caldo, della sezione ad "U" delle dimensioni di mm 30 -50 - 30 * 2.5 e della lunghezza di ml 1.65;

montanti di controvento in tutto come i montanti intermedi, dotati di una saetta di acciaio Fe 37 A UNI zincata a caldo della sezione ad "U" e delle dimensioni di mm 30 - 40 - 30 * 2.5 sviluppo 1.57 ml; posti ogni 30 ml circa ed in corrispondenza di ogni piccola deviazione del tracciato;

montanti di caposaldo, in tutto come i montanti intermedi, dotati di n. 2 saette in acciaio Fe 37 A UNI zincati a caldo, della sezione ad "U" delle dimensioni di mm 35 - 30 - 35 * 2.5 e sviluppo ml 1.77, posti ogni 100 ml circa ed in ogni variazione angolare di rilievo.

Le recinzioni metalliche a protezione dei cavalcavia (parasassi), fatto salvo quanto eventualmente specificato negli elaborati grafici di progetto, saranno costituiti da pannelli modulari di lunghezza 3,00 m ed altezza 2,00 m.

Il telaio sarà realizzato con profilo laminato a freddo ad U 60x30x3 mm, la rete ondulata a maglia 30x30 mm filo diam. 3 mm.

Il pannello sarà sostenuto da un montante in profilato IPE 100 avente altezza di 2,30 m posto ad un interasse di 3,00 m, completo di attacco per il sostegno di un tubo corrimano diam. 60 mm.

Possono essere impiegati sistemi integrati alla barriera, purché dotati di appositi sistemi rivolti ad escludere il rischio di espulsioni di singoli componenti in caso d'impatto. La compatibilità con il dispositivo di sicurezza testato senza la protezione deve essere dimostrata mediante simulazioni numeriche, prove semplificate o crash-test al vero che verifichino la non interferenza delle reti e delle parti aggiunte con il funzionamento del dispositivo di sicurezza vero e proprio.

Parapetti

I parapetti da disporre in corrispondenza di marciapiedi, cordonature, ecc., fatto salvo quanto eventualmente specificato negli elaborati grafici di progetto, saranno costituiti da montanti in normal profilo INP 100 con telaio ad U e da tubi passanti (□ mm 48-57) in numero minimo di tre. Il tubo che funge da corrimano dovrà essere posto ad un'altezza non inferiore a 1,10 m dal piano del marciapiede. Il tubo che funge da corrimano dovrà essere posto ad un'altezza non inferiore a 1,10 m dal piano del marciapiede.

2. MODO DI ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI

2.1 CORPO STRADALE

2.1.1 Tracciamenti, modinature, picchettamento confini

Prima di porre mano a qualsiasi lavoro di scavo o di riporto, o costruzione di opere d'arte di qualunque tipo, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire:

il tracciamento completo della strada in modo che risultino indicati i limiti degli scavi e dei riporti in base alla larghezza del piano stradale, alla inclinazione delle scarpate, alla formazione delle cunette. Dovrà inoltre sistemare, in corrispondenza

delle sezioni di progetto e dei manufatti attraversanti il rilevato e nei tratti che indicherà il Direttore dei Lavori, le modine o garbe necessarie a determinare con precisione l'andamento delle scarpate, tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione, fino ad ultimazione dei lavori, rimettendo e sistemando sempre e con la massima sollecitudine quelle manomesse. Sulle modine dovrà sempre essere chiaramente riportato il numero della sezione corrispondente. Tutte le modine dovranno essere mantenute e conservate fino a misurazioni terminate quindi dovranno essere asportate;

il picchettamento completo di tutte le aree di occupazione in modo tale che esse risultino definite in ogni punto. Durante l'esecuzione dei lavori dovrà curare la conservazione dei picchetti e provvedere all'immediata sistemazione dei picchetti manomessi;

i tracciamenti di tutti i sottoservizi interferiti con adeguati picchetti o marcatori, evidenziando l'identificazione e le caratteristiche della linea (profondità, dimensioni, estensione, ecc.).

2.1.2 Scavi, scavi di scotico e di risanamento

Gli scavi ed i rilevati occorrenti per la formazione del corpo stradale e per ricavare i relativi fossi, cunette, accessi, passaggi, rampe e quant'altro saranno eseguiti conformemente alle previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti disposte dal Direttore dei Lavori.

L'Appaltatore dovrà conservare e mantenere fino al collaudo, le trincee ed i rilevati, nonché gli scavi o riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli ben tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, le occorrenti ricariche di materiali, i tagli per il colo delle acque e i fossi eventualmente necessari per l'allontanamento delle stesse, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e delle banchine, l'espurgo dei fossi e delle cunette e lo sfalcio dell'erba sul rilevato fino al confine della strada.

Nell'ambito dei movimenti di terra, l'Appaltatore deve procedere preliminarmente al taglio degli alberi, degli arbusti e dei cespugli, nonché all'estirpazione delle ceppaie e delle radici (smacchiamento).

I prodotti dello smacchiamento, salvo diversa indicazione del Direttore dei Lavori, sono lasciati a disposizione dell'Appaltatore che ha l'obbligo e la responsabilità, a sua cura e spese, del loro trasporto a qualsiasi distanza in siti appositamente attrezzati per l'incenerimento ovvero in discariche abilitate alle loro ricezione.

Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista dal progetto o che sarà ritenuta necessaria e prescritta dal Direttore dei Lavori.

Gli scavi di scotico e di risanamento saranno eseguiti di norma sotto il piano di appoggio del rilevato stradale conformemente alle previsioni di progetto salvo le eventuali varianti disposte dal Direttore dei Lavori. Dovranno essere eseguiti di norma a pareti verticali e dovranno essere spinti fino alla profondità di progetto o che verrà indicata dal Direttore dei Lavori all'atto dell'esecuzione.

Qualora per la qualità del terreno o per qualsiasi altro motivo fosse necessario puntellare, sbadacchiare ed armare le pareti degli scavi, l'Appaltatore deve provvedere a sua cura e spese adottando tutte le precauzioni necessarie per impedire smottamenti e franamenti. Nel caso di franamenti degli scavi è altresì a carico dell'Appaltatore procedere alla rimozione dei materiali e al ripristino del profilo dello scavo. Nulla è dovuto per il mancato recupero parziale o totale del materiale impiegato per le armature o sbadacchiature.

Quando la quota del piano viabile è maggiore di 50 cm rispetto al piano di campagna si effettuerà preventivamente lo scavo di scotico del terreno, della profondità non inferiore a cm 30, sull'intera area di appoggio del rilevato diminuita di due

strisce laterali interessate dalle imbottiture con terreno di tipo A6 e/o A7; nel caso invece in cui la quota del piano viabile sia minore di 50 cm dal piano campagna dovrà essere preventivamente scoticata tutta l'area sottostante lo strato di base in misto granulare. Il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di approfondire ulteriormente lo scavo di scotico del terreno oltre i 30 cm di norma previsti. A tal fine il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di far eseguire, a cura e spese dell'Appaltatore, compresi tutti gli oneri derivanti, degli scavi di assaggio della profondità variabile da 30 a 100 cm per la verifica della portanza del piano di appoggio dei rilevati tramite opportune prove in sito.

Nei punti ove il Direttore dei Lavori non ritenesse opportuno effettuare il lavoro sopra descritto, ad esempio in corrispondenza di vecchie sedi stradali, in sostituzione dello scavo di scotico si farà una scarifica della profondità prescritta.

La superficie di base dell'eventuale scavo di risanamento dovrà essere immediatamente rullata e costipata con mezzi idonei e lo scavo stesso dovrà essere subito riempito con terra idonea. Qualora non fossero immediatamente eseguiti i lavori di rullatura e riempimento, lo scavo dovrà essere sospeso.

Qualora il piano d'appoggio non risultasse opportunamente costipato oppure eccessivamente bagnato, in modo da causare rifluimenti d'argilla al passaggio delle macchine operatrici, si dovrà anche in questo caso immediatamente sospendere ogni operazione di stesa del materiale di riporto.

Le parti dei materiali provenienti dagli scavi e ritenute idonee dal Direttore dei Lavori dovranno essere separate dai materiali non idonei e dopo il loro eventuale deposito temporaneo, reimpiegate per la costituzione del rilevato, mentre i materiali non ritenuti idonei dal Direttore dei Lavori o comunque risultanti in esubero rispetto alle necessità di effettivo reimpiego dovranno essere depositati su aree messe a disposizione dell'Amministrazione nel raggio di 5 km dal cantiere.

Di norma il materiale proveniente dallo scotico sarà reimpiegato per il rivestimento delle scarpate.

L'Appaltatore dovrà provvedere a riempire completamente, con terra di adatta natura debitamente rullata e secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori, tutti i vuoti lasciati dagli scavi e dalle varie asportazioni e demolizioni nella stessa giornata in cui sono stati eseguiti gli scavi, le asportazioni e demolizioni stesse.

2.1.3 Demolizioni

L'Appaltatore è tenuto a demolire murature e fabbricati ricadenti nelle aree d'impronta del solido stradale con i mezzi che ritiene più opportuni, fatto salvo quanto espressamente prescritto dal piano di sicurezza e di coordinamento.

Nei tratti in trincea la demolizione delle opere murarie deve essere spinta sino ad 1,00 m al di sotto del piano di posa della pavimentazione stradale; nei tratti in rilevato fino a raso campagna o del profilo naturale del terreno.

In ogni caso prima di procedere alle demolizioni l'Appaltatore è tenuto a darne tempestiva comunicazione al Direttore dei Lavori, che potrà disporre l'eventuale recupero e/o reimpiego del materiale da demolire.

I materiali provenienti dalle demolizioni dovranno essere smaltiti a cura dell'Appaltatore secondo le disposizioni di legge.

Murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Verranno impiegati i mezzi ritenuti più opportuni, fatto salvo quanto espressamente prescritto dal piano di sicurezza e di coordinamento.

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

Inoltre l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, ad adottare tutti gli accorgimenti tecnici per puntellare e sbadacchiare le parti pericolanti e tutte le cautele al fine di non danneggiare le strutture sottostanti e le proprietà di terzi e di evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisorie ed i mezzi d'opera.

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

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

Parapetti, barriere, recinzioni, mezzi pubblicitari e segnaletica

I parapetti, barriere, recinzioni, mezzi pubblicitari e segnaletica dovranno essere smantellati procedendo con ordine e con le necessarie precauzioni in modo da conservare l'integrità dei singoli componenti.

L'Appaltatore dovrà provvedere, a proprie cure e spese, al trasporto su aree indicate dal Direttore dei Lavori fino ad una distanza massima di 10 km dal luogo di demolizione, qualora il materiale smantellato dovesse risultare utile alla Committente. Nel caso la distanza fosse superiore sarà pagato l'onere per il trasporto eccedente i 10 km.

In tutti gli altri casi il materiale demolito dovrà essere smaltito secondo le disposizioni di legge.

2.1.4 idrodemolizioni

La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar, con portate fino a 300 l/min, regolabili per quanto attiene la velocità operativa.

Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto.

L'Appaltatore dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante.

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L.; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

2.1.5 Scarifica e fresatura della pavimentazione stradale

La demolizione della pavimentazione in conglomerato bituminoso, per l'intero spessore o per parte di esso, dovrà essere effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto, o prescritti dalla D.L., e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito.

Le superfici scarificate dovranno risultare perfettamente regolari in ogni punto, senza discontinuità che potrebbero compromettere l'aderenza dei nuovi strati; i bordi delle superfici scarificate dovranno risultare verticali, rettilinei e privi di sgretolature.

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

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

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

Il materiale bituminoso di scarificazione, qualora se ne preveda il reimpiego in sito od in altra posizione nel medesimo cantiere, dovrà essere successivamente frantumato fino ad avere la pezzatura massima del diametro di cm 7, quindi livellato e compattato mediante rullatura.

Qualora il Direttore dei Lavori decidesse di non utilizzare per la formazione del rilevato il materiale di scarifica o di fresatura, l'Appaltatore, a propria cura, dovrà caricarlo e trasportarlo a rifiuto conformemente alle disposizioni legislative vigenti in materia.

Qualora il materiale di scarifica o di fresatura dovesse risultare utile alla Stazione Appaltante, l'Appaltatore, a proprie cure e spese, dovrà trasportarlo su aree indicate dal Direttore dei Lavori fino ad una distanza massima di 25 km dal luogo di scavo. In questo caso il materiale fresato dovrà essere trasportato, con riferimento all'art.230 comma 1 del D.Lgs 152/06 e smi, in luoghi di concentramento appositamente predisposti dalla committente. Per tali trasporti il D.D.T., a cura dell'Appaltatore, dovrà essere consegnato al personale della Provincia di Cremona presente nei luoghi di concentramento.

2.1.6 Rilevati

Per la formazione dei rilevati si impiegheranno in genere le terre provenienti dagli scavi di cui ai precedenti paragrafi in quanto disponibili ed adatte (vedi Capo III) o, diversamente, fornite da soggetti regolarmente autorizzati, ai sensi della legislazione vigente, all'attività estrattiva e/o di recupero di materiali lapidei di cava o prelevati da poli estrattivi previa debita autorizzazione, nonché le terre provenienti da qualunque forma di approvvigionamento purché non in contrasto con le vigenti leggi.

L'idoneità del piano di appoggio dei rilevati dovrà essere decisa dal Direttore dei Lavori; pertanto non si darà luogo ad alcuna stesa di materiale di riporto senza il consenso del Direttore dei Lavori. In ogni caso l'Appaltatore è tenuto sempre a garantire lo smaltimento delle acque da tutti gli scavi sopra elencati.

Il materiale proveniente dallo scoticamento sarà reimpiegato per la formazione delle banchine, il rivestimento delle scarpate e la formazione degli accessi.

La terra a formazione dei rilevati dovrà essere disposta a strati dello spessore soffice di cm 40 e cilindrata a fondo con rullo compressore vibrante da 16–18 t fino a raggiungere in ogni punto un grado di costipamento pari ad almeno il 95% della densità AASHTO modificata (UNI EN 13286), (CNR 22 - 1972).

Inoltre, il valore del modulo di compressione M_d , determinato con piastre da 30 cm di diametro, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 kg/cm², non dovrà essere inferiore a 60 MPa per il rilevato stradale per qualunque strato del rilevato posato.

Durante la cilindatura dovrà essere effettuato, a discrezione del Direttore dei Lavori, un moderato innaffio del rilevato stradale atto a favorirne il costipamento.

I vari strati dovranno essere costruiti in maniera che la superficie superiore abbia la pendenza necessaria da permettere un rapido smaltimento delle acque piovane, pendenza che non dovrà essere inferiore al 2% né superiore al 5%.

Al termine della stesa di ogni strato, prima di proseguire con i successivi, l'Appaltatore dovrà provvedere all'imbottitura e profilatura delle scarpate anche al fine di evitare dilavamenti del rilevato stradale.

L'Appaltatore inoltre, a proprie cure e spese, dovrà effettuare tutte le opere necessarie (tagli nei rilevati, incanalamenti, ecc.) affinché tutte le acque possano essere rapidamente convogliate al di fuori del rilevato stradale in modo che non vi siano ristagni d'acqua a contatto con il materiale da impiegarsi.

A lavoro ultimato la sagoma del rilevato stradale dovrà risultare uniforme e conforme ai disegni e alle quote stabilite dal progetto con la pendenza trasversale uguale a quella prevista per il piano viabile, rimanendo a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri necessari per il mantenimento del perfetto piano di posa della sovrastruttura che venisse deteriorato dal transito delle macchine operatrici.

L'idoneità del piano di appoggio del rilevato stradale dovrà essere verificata dal Direttore dei Lavori; pertanto, non si darà luogo alla stesa di misto granulare senza il consenso del Direttore dei Lavori.

Su indicazione dell'Appaltatore, che, con congruo anticipo sulle successive lavorazioni, dovrà comunicare formalmente al Direttore dei Lavori l'avvenuto costipamento della sagome del rilevato stradale, saranno effettuate, nei punti e con la frequenza scelta discrezionalmente dal Direttore dei Lavori, le prove di piastra per accertamenti in sito da parte di istituti o società certificate.

Le scarpate stradali, a lavoro ultimato, dovranno risultare piane e regolari ed aventi in ogni punto la pendenza prescritta con uno strato superficiale di terreno vegetale dello spessore indicato in progetto.

Per la formazione degli accessi si dovrà impiegare terra argillosa o ghiaiosa che dovrà essere regolarmente costipata.

Ogniqualevolta i rilevati siano impostati su pendii con acclività superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche progettuali, si dovrà procedere all'esecuzione di una gradonatura con banche in leggera contropendenza (1% - 2%) e alzate verticali contenute in altezza.

Nel caso di allargamento di un rilevato esistente si dovrà sagomare il terreno, costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, a gradoni orizzontali, adottando le necessarie cautele volte a garantirne la stabilità. Le operazioni andranno condotte procedendo per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (di altezza massima 50

cm) la stesa del corrispondente nuovo strato di analoga altezza ed il suo costipamento, mantenendo nel contempo l'eventuale viabilità sul rilevato esistente.

L'operazione di gradonatura sarà preceduta dalla rimozione dello strato di terreno vegetale a protezione del rilevato esistente, che sarà accantonato se ritenuto idoneo, o portato a rifiuto, se inutilizzabile.

Anche il materiale di risulta, proveniente dallo scavo dei gradoni al di sotto della coltre vegetale superficiale, sarà accantonato se ritenuto idoneo e riutilizzato per la copertura delle scarpate del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

La regolarità del piano di posa dei rilevati, previa ispezione e controllo, deve essere approvata da parte del Direttore dei 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'Appaltatore.

Stabilizzazione delle terre

L'Appaltatore è tenuto, nell'ambito del piano particolareggiato delle lavorazioni:

a produrre uno studio di verifica delle miscele che tenga conto delle condizioni operative di cantiere e dei leganti effettivamente adottati;

a realizzare, per ogni famiglia di terreno che si intende trattare e per ciascun dosaggio una sperimentazione di campo, per verificare l'idoneità dei mezzi di spandimento, di miscelazione e di costipamento. Una volta accettati dalla Direzione dei Lavori i mezzi e le modalità di lavorazione, i risultati acquisiti in campo prova sono utilizzati come riferimento per i controlli di esecuzione e, in particolare, per il controllo del costipamento e del dosaggio in calce, mediante ph-metria.

Il progetto delle miscele comprende prove di carattere generale riguardanti l'identificazione dei terreni e dei leganti di apporto, e prove specifiche dipendenti dall'obiettivo del trattamento per la determinazione delle formule di dosaggio.

Le prove di carattere generale, in particolare, riguardano:

per i terreni: la determinazione della granulometria, dei limiti di consistenza, del contenuto di acqua naturale, dell'eventuale presenza di sostanze organiche nonché della natura mineralogica;

per i leganti: l'accertamento dei requisiti per essi richiesti (per le calce essenzialmente la granulometria ed il tenore in calce libera). Per quanto possibile i leganti debbono provenire dagli stessi impianti di quelli che si prevede di utilizzare in corso d'opera.

Le prove specifiche di dosaggio sono riferite, in questo caso, alle proprietà che assicurino buone condizioni di posa in opera per le miscele: lavorabilità, compattabilità e sufficiente portanza immediatamente dopo costipamento, per ottenere un supporto di rigidezza conveniente nella costruzione degli strati successivi.

La lavorabilità va esaminata attraverso lo studio delle variazioni dei limiti di consistenza in funzione del dosaggio in calce. Per soddisfare questo requisito occorre che il dosaggio in calce sia non inferiore a quello minimo, aumentando il quale non si hanno significativi aumenti del limite di plasticità delle miscele.

Per quanto riguarda la portanza, occorre ottenere sulle miscele un indice CBR immediato maggiore di:

CBR = 10, per la stabilizzazione di terreni costituenti il piano d'appoggio del rilevato;

CBR = 15, per gli strati di rilevato.

CBR = 20, per lo strato di sottofondo

I dosaggi così determinati possono essere modificati (in aumento) per tenere conto delle alee costruttive (spandimento, miscelazione, attese prima del costipamento) ovvero, in presenza di umidità naturali elevate, per ridurre più energicamente il tenore in acqua del terreno.

L'indice CBR è determinato subito dopo il confezionamento dei provini, senza preventiva immersione in acqua, compattando le miscele ad energia prossima a quella dell'AASHTO standard.

I processi di fabbricazione delle miscele debbono avvenire preferibilmente nei luoghi di estrazione (scavi di trincea o cave di prestito). Il trattamento nei luoghi d'impiego non comporta particolari problemi per lo strato destinato a rimanere direttamente a contatto con il terreno naturale (strato inferiore delle bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati e dei sottofondi di trincea), mentre nella formazione di rilevati bisogna curare attentamente che l'intero spessore sia stato interessato dal processo di stabilizzazione.

Il trattamento prevede in genere le seguenti fasi operative:

scasso del terreno con appositi aratri o scarificatrici, per tutto lo spessore da trattare (generalmente non superiore a 30 cm);

frantumazione delle zolle con erpici a disco oppure con frese (pulvimixer), per rendere la superficie sufficientemente regolare, prima dello spandimento della calce;

eventuale apporto d'acqua, se è necessario aumentare l'umidità della terra;

spandimento del legante in polvere mediante adatte macchine spanditrici. Tale operazione deve essere effettuata esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si deve impedire a qualsiasi mezzo, eccetto che a quelli adibiti alla miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato completamente miscelato; inoltre, le spanditrici debbono essere munite di un sistema di dosaggio asservito alla velocità di avanzamento. Il quantitativo di calce necessario al trattamento dell'intero strato, deve essere distribuito in maniera uniforme sulla superficie, prevedendo che ad ogni passaggio della spanditrice non debba essere distribuito più del 2% in peso rispetto alla massa di terra da trattare;

miscelazione della terra con macchine ad albero orizzontale rotante (pulvimixer), ovvero con erpici a dischi, che permettano una miscelazione omogenea del legante e del terreno sullo spessore considerato.

Il numero di passate dipende dalla natura del terreno trattato e dal suo grado di umidità. Si deve garantire un sufficiente sbriciolamento della terra, fino ad ottenere una colorazione uniforme ed una dimensione massima delle zolle non superiore a 40 mm per le bonifiche dei piani di appoggio dei rilevati, di 30 mm per gli strati di rilevato e di 20 mm per gli strati di sottofondo. Inoltre, nel caso di miscele per strati di rilevato si deve verificare che l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, risulti passante al setaccio con apertura di 4,76 mm.

Il materiale trattato deve essere compattato evitando attese che, se prolungate, portano ad un decadimento delle prestazioni meccaniche a medio e lungo termine delle miscele. Di conseguenza, è vietato all'Appaltatore di porre in essere, nell'organizzazione dei lavori, attese superiori alle sei ore tra l'ultimazione della miscelazione e l'avvio del costipamento. Le miscele che abbiano subito attese prolungate debbono essere allontanate a cura e spese dell'Appaltatore.

Per gli strati di sottofondo la stesa del materiale deve essere effettuata soltanto mediante motolivellatrici.

Per la compattazione si devono utilizzare rulli a piedi costipanti o rulli gommati. Il costipamento deve essere spinto fino ad ottenere per il grado di addensamento i livelli indicati in progetto.

Le operazioni di trattamento e di posa in opera della terra stabilizzata debbono essere effettuate in condizioni meteorologiche tali da evitare rapide variazioni del contenuto di acqua del terreno naturale e delle miscele terra-calce. Le operazioni vanno sospese se la temperatura ambiente scende sotto i 7 °C.

Lo spandimento del cemento ed eventualmente della calce deve interessare una superficie non superiore a quella che può essere trattata nella stessa giornata lavorativa e non deve mai essere effettuato in presenza di forte vento per garantire la sicurezza del personale operante, che deve comunque essere dotato di maschere protettive, e l'esattezza del dosaggio della miscela.

Le modalità operative indicate e le macchine impiegate comportano la creazione di giunti trasversali e longitudinali. I giunti longitudinali ottenuti dalla lavorazione di strisce contigue devono essere sovrapposti per almeno 15 cm. Nei giunti trasversali la miscela già costipata va ripresa in tutte quelle zone nelle quali il contenuto di cemento e/o calce, lo spessore, o il grado di compattazione siano inadeguati e/o disomogenei. Le riprese devono essere eseguite all'inizio della successiva giornata lavorativa, nello strato indurito, in modo da presentare superficie verticale, per evitare che si manifestino successive fessurazioni.

Una volta ultimate le operazioni di costipamento e finitura, il materiale trattato deve essere protetto mediante la spruzzatura di emulsione bituminosa a lenta rottura (designazione secondo UNI EN 13808: C 55 B 4) con un dosaggio di 1,0 - 1,5 kg/m² in relazione alla porosità superficiale e alla capacità di assorbimento della parte superiore dello strato trattato. L'emulsione deve essere coperta con sabbia o graniglia per evitarne l'asportazione da parte dei mezzi di cantiere. Il velo di protezione con emulsione bituminosa può essere evitato se lo strato trattato viene ricoperto da uno strato sovrastante in tempi brevi. In questo caso, in attesa del ricoprimento, il materiale stabilizzato a calce e cemento deve essere mantenuto sempre umido, con almeno tre irrorazioni di acqua al giorno, fino alla realizzazione dello strato sovrastante.

A compattazione ultimata la densità del secco in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto e dichiarato prima dell'inizio dei lavori mentre il modulo di deformazione Md sul piano di posa trattato e rullato ottenuto con piastre da 30 cm misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 kg/cm², non dovrà essere inferiore a 30 Mpa.

2.2 CARREGGIATA

2.2.1 Strato di fondazione

2.2.1.1 *Strato di fondazione in misto granulare stabilizzato*

Il piano di posa dello strato in misto granulare stabilizzato dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo non idoneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà 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.

A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare le qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità o danni dovuti al gelo o strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostruito a cura e spese dell'Appaltatore.

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria.

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi, procedendo dall'esterno verso il centro della carreggiata.

In alcuni casi il Direttore dei Lavori può approvare l'impiego combinato del rullo compressore vibrante con un rullo statico. In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno determinate con una prova sperimentale usando le miscele messe a punto per il cantiere specifico tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

La superficie finita dovrà essere identica a quella di progetto e dovrà presentare una pendenza trasversale uguale a quella prevista per il piano viabile.

La rullatura verrà sospesa quando i successivi passaggi del rullo non abbiano a provocare il benché minimo cedimento.

Comunque il costipamento di ogni strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità in sito non inferiore al 95% della densità massima fornita dalla prova AASHTO modificata (AASHTO T 180-57 metodo D) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al setaccio 3/4".

Inoltre il valore del modulo di compressione M_d , determinato con piastre da 30 cm di diametro, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 kg/cm², non dovrà essere inferiore a 80 Mpa.

Su indicazione dell'Appaltatore, che, con congruo anticipo sulle successive lavorazioni, dovrà comunicare formalmente al Direttore dei Lavori l'avvenuto costipamento del misto granulare, saranno effettuate nei punti e con la frequenza scelta discrezionalmente dal Direttore dei Lavori le prove di piastra da parte di istituti certificati.

2.2.1.2 Strato di fondazione in misto cementato

Il piano di posa dello strato di misto cementato dovrà avere le quote, la sagoma e i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo. La miscela verrà stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accettata dal Direttore dei Lavori la rispondenza di quest'ultimo a tali requisiti.

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti dotate di automatismi di autolivellamento sia longitudinale sia trasversale.

Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate in ordine con le seguenti attrezzature:

rullo a due ruote vibranti da 10t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18t;

rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 atm di peso non inferiore a 18t;

Potranno essere impiegati in alternativa rulli misti, vibranti e gommati rispondenti alle caratteristiche sopra riportate.

In ogni caso l'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento verranno determinate con una prova sperimentale usando le miscele messe a punto per il cantiere specifico tali da portare alla eventuale taratura dei mezzi costipanti.

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambientali inferiori a 0 °C, superiori a 35 °C ed in presenza di precipitazioni atmosferiche di qualsiasi tipo.

A temperature superiori a 25 °C sarà necessario proteggere da evaporazione la miscela durante il trasporto dall'impianto di miscelazione al luogo di impiego (ad esempio con teloni); sarà inoltre necessario provvedere ad abbondante bagnatura del piano di posa del misto cementato.

Infine le operazioni di stesa dello strato di protezione con emulsione bituminosa dovranno essere eseguite immediatamente dopo la stesa della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma 2 ore per garantire la continuità della struttura.

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali di ripresa, che andranno protetti con fogli di polietilene (o materiale simile) conservati umidi.

Il giunto trasversale di ripresa sarà ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola, e togliendo la tavola stessa al momento della ripresa del getto; se non si fa uso della tavola, sarà necessario, prima della ripresa del getto, provvedere a tagliare l'ultima parte del getto precedente, in modo che si ottenga una parete verticale di tutto lo spessore dello strato.

Non saranno eseguiti altri giunti, all'infuori di quelli di ripresa.

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

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

Subito dopo il costipamento e la rifinitura dovrà essere eseguita la stesa di un velo protettivo di emulsione bituminosa al 55% in ragione di 1,0–2,0 kg/m², in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto, e successivo spargimento di sabbia.

La rispondenza delle caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio eseguite per la loro qualifica. La rispondenza delle granulometrie delle miscele a quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli giornalieri e comunque ogni 300 mc di materiale posto in opera.

A compattazione ultimata la densità in sito non deve essere inferiore al 94% della densità dei provini confezionati con pressa giratoria (miscela di progetto a 180 giri) nel 100% delle misure effettuate.

Il Direttore dei Lavori effettuerà tale controllo prima della stesa degli strati superiori e in caso di carenze interromperà le lavorazioni successive fino all'ottenimento del valore richiesto.

Lo spessore stabilito non dovrà avere tolleranze in difetto superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti, in caso contrario sia per la planarità sia per le zone omogenee con spessore in difetto sarà obbligo dell'Appaltatore a sua cura e spese compensare gli spessori carenti incrementando in egual misura lo spessore di conglomerato bituminoso sovrastante.

Il valore del modulo di compressione M_d , determinato con piastre da 30 cm di diametro, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso fra 1,5 e 2,5 kg/cm², non dovrà essere inferiore a 120 Mpa.

2.2.2 Pavimentazioni in conglomerato bituminoso

2.2.2.1 *Pulizia del piano viabile*

Prima della stesa della mano di attacco (emulsione bituminosa al 55% per l'ancoraggio dello strato di base, dello strato di collegamento e di usura con bitume normale; bitume modificato per l'ancoraggio dello strato di usura con bitume modificato) dovrà essere effettuata con macchine idonee (pala, ruspa, livellatrice, ecc.) la perfetta pulizia dei margini della carreggiata asportando la cotica erbosa della banchina per una larghezza di circa cm 20.

Successivamente, l'intera superficie del piano viabile dovrà essere rigorosamente pulita mediante adeguati mezzi meccanici (raschiatori, soffiatori, spazzole e scope) od energiche e ripetute spazzolature manuali.

Dette operazioni dovranno essere eseguite in maniera combinata e nei casi in cui non si raggiungesse coi mezzi sopraindicati una perfetta pulitura il piano viabile dovrà essere rigorosamente lavato con getti d'acqua in pressione.

Non si potrà dar corso alla stesa dell'emulsione bituminosa qualora sul piano viabile esistesse polvere, residui di argilla e materiale eterogeneo.

2.2.2.2 *Mano d'ancoraggio e mano d'attacco dei conglomerati bituminosi*

La posa dei conglomerati bituminosi dovrà essere preceduta dall'applicazione di una mano di ancoraggio (emulsione bituminosa al 60% per l'ancoraggio dello strato di base) nella quantità minima di 1kg/m² e di una mano di attacco (emulsione bituminosa al 55% per l'attacco degli strati di collegamento e di usura con bitume normale; bitume modificato per l'ancoraggio dello strato di usura con bitume modificato) nella quantità minima di 0,5 kg/m².

Di norma dovrà essere impiegata emulsione a rapida rottura e comunque dopo la stesa dell'emulsione si dovrà attendere la "rottura" prima di procedere alla messa in opera dei conglomerati bituminosi.

A completamento della stesa dell'emulsione dovrà essere steso, con apposito spanditore operante in retro marcia, del filler in ragione di circa 250 g/m² al fine di evitare l'asportazione dell'emulsione bituminosa da parte degli pneumatici degli autocarri adibiti al rifornimento del conglomerato bituminoso alla vibro-finitrice.

2.2.2.3 *Accettazione del piano di posa*

I conglomerati bituminosi non potranno, sotto pena della loro demolizione, essere stesi prima che i piani di posa siano stati accettati dal Direttore dei Lavori che provvederà, a sua discrezione, ad accertarne i requisiti di quota, sagoma, densità e portanza di progetto o prescritti dal Direttore dei Lavori stessa. Inoltre la mista bitumata potrà essere stesa sulla fondazione solo dopo che sia stata ultimata anche la costruzione, secondo il progetto, dei fossi di colo, delle scarpate e delle banchine stradali adiacenti.

2.2.2.4 *Confezione degli impasti*

L'impresa è tenuta a provvedere con congruo anticipo (almeno 15 giorni prima della posa in opera) rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ogni impianto di confezionamento, all'esecuzione degli studi di mix design per la definizione della

composizione delle miscele che intende adottare; ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi/prove effettuate in laboratorio, comprendente anche gli attestati di conformità CE delle miscele e di tutti i componenti da impiegare, attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali. Ogni costituente la miscela dovrà rispettare le prescrizioni specifiche indicate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto.

Nello specifico, per ogni miscela impiegata, gli studi dovranno riportare almeno:

Caratterizzazione degli aggregati impiegati;

Caratterizzazione del bitume;

Progetto della curva granulometrica;

Temperatura di confezionamento;

Temperatura di compattazione;

Determinazione del contenuto ottimale di legante con l'impiego di almeno tre diverse percentuali di bitume;

Lo studio di mix design ha validità fino ad un massimo di 2 anni dalla data di esecuzione delle prove.

Gli impasti dei conglomerati bituminosi preparati per strati di base, di collegamento e di usura saranno eseguiti a mezzo di impianti fissi automatizzati di idonee caratteristiche.

La produzione di ciascun impianto non dovrà essere spinta oltre la sua potenzialità per garantire il perfetto essiccamento, l'uniforme riscaldamento della miscela ed una perfetta vagliatura che assicuri una idonea riclassificazione delle singole classi degli aggregati.

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare miscele rispondenti a quelle di progetto.

In particolare si dovrà provvedere al preventivo essiccamento e riscaldamento degli aggregati in un essiccatore a tamburo provvisto di ventilatore per l'aspirazione della polvere.

Gli aggregati dovranno essere riscaldati a temperatura compresa fra 160 e 180 °C, il bitume dovrà essere riscaldato a temperatura compresa fra i 150 e 180 °C.

Si dovrà evitare di prolungare il riscaldamento per un tempo maggiore di quello strettamente necessario; il riscaldamento e tutte le operazioni eseguite con materiale riscaldato dovranno essere in ogni caso condotte in modo da alterare il meno possibile le caratteristiche del legante la cui penetrazione all'atto della posa in opera non dovrà risultare comunque diminuita di oltre il 20% rispetto a quella originaria.

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

La dosatura di tutti i componenti dovrà essere eseguita a peso.

Gli impianti dovranno essere muniti di miscelatori efficienti capaci di assicurare la regolarità e l'uniformità delle miscele.

2.2.2.5 Trasporto e posa in opera

Il trasporto dall'impianto di confezionamento al cantiere di stesa e lo scarico dei materiali bituminosi dovrà essere eseguito in modo da evitare l'alterazione della regolarità e dell'uniformità delle miscele.

Durante il trasporto il materiale bituminoso dovrà essere protetto da teloni per evitare i raffreddamenti superficiali eccessivi e la formazione di crostoni.

La posa in opera del materiale dovrà essere eseguita mediante vibrofinitrici meccaniche di tipo idoneo in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di livellamento. Il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà di poter far variare la tecnologia ritenuta non opportuna.

Il materiale all'atto della stesa a valle della vibrofinitrice dovrà avere sempre una temperatura non inferiore a 140 °C se si utilizzano conglomerati bituminosi normali, non inferiore a 160 °C se si utilizzano conglomerati bituminosi modificati.

Le vibrofinitrici dovranno essere semoventi e munite di un sistema di distribuzione in senso longitudinale e trasversale, capace di assicurare il mantenimento della uniformità dell'impasto ed un identico grado di assestamento in ogni punto dello strato steso.

Durante il funzionamento della vibrofinitrice dovranno essere sempre funzionanti i meccanismi di vibrazione e di compattazione del materiale ed inoltre la macchina vibrofinitrice dovrà comunque lasciare uno strato finito perfettamente sagomato, privo di sgranamenti, fessure, ondulazioni ed esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi.

La vibrofinitrice dovrà consentire la stesa dello strato nello spessore stabilito compensando eventualmente le irregolarità della superficie sottostante.

I giunti longitudinali dovranno essere spalmati nella parte già realizzata con emulsione bituminosa al 55% per assicurare la saldatura delle striscie successive. I giunti trasversali derivanti dalle interruzioni giornaliere dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento, mentre sui giunti di inizio lavorazione si dovrà sempre provvedere all'asporto dello strato sottostante mediante fresatura (tacco di aggancio).

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 10 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce di corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

Nel caso la lavorazione interessi tratti in cui siano presenti giunti di dilatazione (giunti a tampone, acciaio-gomma, ecc.) per viadotti o ponti, la lavorazione deve essere complanare (mediante fresatura e/o rimozione del conglomerato adiacente al giunto) per avere una superficie variabile con elevate caratteristiche di planarità.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro (in caso di pioggia o temperatura dell'aria inferiore a 5°C). In tali situazioni gli strati eventualmente compromessi posati senza la preventiva autorizzazione del Direttore dei Lavori dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Appaltatore. Non sarà in ogni caso computato per il compenso il materiale posato non autorizzato.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare non appena terminata la stesa della vibrofinitrice e portata a termine con continuità.

L'addensamento di norma dovrà essere realizzato con rulli dei seguenti tipi:

strato di base e di collegamento: rullo combinato vibrante gommato e rullo gommato con peso di 12 t;

strato di usura: rulli gommati e vibranti tandem con peso di 10 t.

Potrà essere utilizzato un rullo tandem a ruote metalliche del peso massimo di 10 t per le operazioni di rifinitura dei giunti e riprese.

Per evitare l'adesione del materiale caldo alle ruote del rullo si provvederà ad irrorare queste ultime con acqua. La cilindratura dovrà essere iniziata dai bordi della carreggiata procedendo poi verso la mezzeria. I primi passaggi saranno particolarmente cauti per evitare il pericolo di ondulazioni e fessurazioni del materiale bituminoso. Il moto dovrà essere continuo, senza strappi o accelerazioni. Gli spostamenti diagonali e le soste andranno eseguiti lontano dalla finitrice, sul manto già freddo, per evitare impronte che possano diventare permanenti e rovinare la regolarità superficiale del manto. Occorrerà lavorare bene nei pressi della finitrice quando il materiale è ancora caldo; ogni passaggio dovrà essere sovrapposto per metà al precedente.

Tutti gli orli ed i margini comunque limitanti la pavimentazione ed i suoi singoli tratti (come i giunti in corrispondenza alle riprese di lavoro, ai cordoli laterali, alle bocchette dei servizi sotterranei, ecc.) dovranno essere spalmati con uno strato di bitume modificato, prima di stendervi i materiali bituminosi, allo scopo di assicurare la perfetta impermeabilità ed adesione delle parti.

A lavoro finito i materiali bituminosi dovranno presentare in ogni punto superficie regolarissima e perfettamente corrispondente alla sagoma di progetto o prescritta dal Direttore dei Lavori; non vi dovranno essere in alcun punto ondulazioni o irregolarità; un'asta rettilinea della lunghezza di 4 m, appoggiata sulla pavimentazione nel senso parallelo all'asse stradale, dovrà aderirvi con continuità e solo in qualche punto sarà tollerato uno scostamento, comunque non superiore a 4 mm.

Lo strato in conglomerato bituminoso, a lavoro compiuto, dovrà essere opportunamente rifinito ai suoi margini in modo da ottenere una linea perfettamente parallela all'asse stradale.

2.3 MANUFATTI E OPERE D'ARTE

2.3.1 Scavi di fondazione e di sbancamento

Qualunque sia la natura e la qualità degli scavi e del terreno, gli scavi per fondazione dovranno essere spinti fino alla profondità prevista in progetto o ordinata dal Direttore dei Lavori all'atto della loro esecuzione.

I materiali provenienti dagli scavi atti ad eseguire le opere d'arte verranno riutilizzati, previa stoccaggio provvisorio se necessario, per la costruzione dei rilevati stradali. Il Direttore Lavori potrà decidere di allontanare dal cantiere materiali ritenuti non idonei né per i rilevati né per la realizzazione delle imbottiture e dei rivestimenti delle scarpate; in questo caso sarà compito dell'Appaltatore lo smaltimento del materiale nel rispetto della normativa vigente.

Non si potrà, sotto pena di demolire quanto costruito, porre mano alle murature prime che il Direttore dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

Gli scavi di fondazione aventi profondità compresa tra 0 e 1,50 m dovranno avere una sezione uguale a quella delle fondazioni delle opere d'arte maggiorata, ove necessario, dello spazio necessario alla posa delle casserature, di trabattelli e/o ponteggi, camminamenti, ecc. e dovranno di norma essere eseguiti con pareti a scarpata e l'Appaltatore dovrà, occorrendo e a richiesta del Direttore dei Lavori, sostenerli con conveniente armatura e sbadacchiatura.

In questo caso non sarà compensato il maggiore scavo eseguito oltre quello strettamente occorrente per la fondazione dell'opera a pareti verticali e l'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese al successivo riempimento del vuoto

rimasto intorno alle murature di fondazione dell'opera, con materiale adatto, approvato dal Direttore dei Lavori, ed al necessario costipamento di quest'ultimo.

Gli scavi di fondazione aventi profondità superiore a 1,50 m dovranno essere eseguiti conformemente alle indicazioni contenute negli elaborati di progetto allegati al piano di sicurezza e coordinamento; si precisa comunque che qualora detti scavi fossero eseguiti a pareti verticali dovranno essere sempre adeguatamente armati.

L'Appaltatore a proprie cure e spese dovrà procedere a riempire i vuoti restanti intorno alle murature stesse con materiale approvato dal Direttore dei Lavori, pure essendosi eseguiti scavi a pareti verticali in conseguenza dell'esecuzione di murature con riseghe di fondazione o rastremazione verso l'alto.

L'Appaltatore dovrà provvedere, di sua iniziativa ed a sue cure e spese, ad assicurare e regolamentare il deflusso delle acque scorrenti sulla superficie del terreno allo scopo di evitare versamenti negli scavi aperti.

Nel caso di scavi per opere d'arte in continua presenza di acqua l'Appaltatore dovrà adottare tutti quei mezzi e provvedimenti necessari per l'aggottamento, l'allontanamento e lo smaltimento della stessa come canali provvisori di scolo delle acque, tubazioni, l'utilizzo di pompe, di sistemi tipo well-point, di palancole metalliche, ecc., affinché in ogni istante della costruzione dell'opera d'arte stessa il suo piano di posa risulti perfettamente asciutto. Resta a carico dell'Appaltatore ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per smottamento, franamento degli scavi e per l'azione dell'acqua di aggottamento degli scavi. In ogni caso l'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, preventivamente adottare tutti quei provvedimenti atti ad evitare l'insorgere di pericolo alle persone o danni alle proprietà o cose.

2.3.2 Rinterri

Il riempimento degli scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, e manufatti in calcestruzzo in genere dovrà essere eseguito con l'impiego di materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 opportunamente compattato.

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni) e mediante posa di cappa/massetto in calcestruzzo della classe C16/20 con spessore minimo di 15 cm o secondo le indicazioni progettuali. Prima della posa dei successivi strati del corpo stradale dovrà essere posizionato opportuno nastro segnalatore in polietilene segnalatore reticolato, PVC plastificato o altri materiali di analoghe caratteristiche, costituito da un film di colore rosso con dicitura nera recante la scritta "cavi elettrici" ripetuta per l'intera lunghezza. Lo spessore e le caratteristiche del nastro dovranno essere tali da permettere un allungamento pari o maggiore del 250%.

2.3.3 Condotte con scatolari, tubi, conalette prefabbricate

2.3.3.1 Scatolari

I manufatti scatolari prefabbricati in c.a. per la costruzione di condotte saranno messi in opera, previa perfetta esecuzione della platea di fondazione in conglomerato cementizio secondo la larghezza e le livellette prescritte, esattamente allineati e completamente incastrati l'uno nell'altro.

Il trasporto, la movimentazione e la posa in opera dei manufatti dovranno essere eseguiti con personale specializzato e con impiego di idonei mezzi meccanici ed attrezzature omologate secondo quanto previsto dalle normative vigenti in materia di sicurezza nei cantieri.

La base d'appoggio dovrà essere costituita da un getto di calcestruzzo della classe C12/15 avente lo spessore indicato negli elaborati di progetto.

La connessione degli elementi scatolari prefabbricati con i muri di testata verrà realizzata attraverso armature di ripresa predisposte in stabilimento in fase di realizzazione.

In aggiunta alla guarnizione in gomma butilica, si dovrà prevedere il rivestimento esterno delle giunzioni tra elementi mediante la posa di una guaina bituminosa con stesa di asfalto colato su tutta la superficie di estradosso dell'impalcato.

In corrispondenza della porzione terminale di manufatti non ortogonali all'asse stradale dovrà essere realizzata una porzione di manufatto completamente in opera, ed una trave di testata atta a sopportare i carichi verticali della porzione di impalcato di pertinenza, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

2.3.3.2 Tubi

I tubi di calcestruzzo per la costruzione di condotte saranno messi in opera, previa perfetta esecuzione della platea di fondazione in conglomerato cementizio secondo la larghezza e le livellette prescritte, esattamente allineati e completamente incastrati l'uno nell'altro.

Sarà inoltre curata la sigillatura esterna dei giunti con malta di cemento prima della esecuzione dei rivestimenti prescritti, in modo da dare alla condotta una perfetta uniformità, mentre a rivestimento ultimato si procederà alla sigillatura dei giunti interni.

Inoltre dovrà essere sempre opportunamente curato e sistemato il raccordo dei tubi con la faccia esterna del muro di testata in modo da eliminare ogni sbavatura e screpolatura esistente ed ogni fuoriuscita del tubo prefabbricato che dovrà essere sempre tagliato in corrispondenza del piano determinato dalla faccia esterna del muro.

Il rivestimento dovrà essere eseguito esattamente secondo i disegni di progetto con calcestruzzo opportunamente vibrato secondo le modalità prescritte e le pareti di contenimento del getto dovranno essere completamente casserate.

2.3.3.3 Mezzi tubi

I mezzi tubi di calcestruzzo per la costruzione di condotte saranno messi in opera, previa perfetta esecuzione della platea di fondazione in conglomerato cementizio secondo la larghezza e le livellette prescritte esattamente allineati e completamente incastrati l'uno nell'altro.

Sarà inoltre curata la sigillatura esterna dei giunti con malta di cemento prima della esecuzione dei rivestimenti prescritti, in modo da dare alla condotta una perfetta uniformità, mentre a rivestimento ultimato si procederà, alla sigillatura dei giunti interni.

Inoltre dovrà essere sempre opportunamente curato e sistemato il raccordo dei tubi con la faccia esterna del muro di testata in modo da eliminare ogni sbavatura e screpolatura esistente ed ogni fuoriuscita del tubo prefabbricato che dovrà essere sempre tagliato in corrispondenza del piano determinato dalla faccia esterna del muro.

Il rivestimento dovrà essere eseguito esattamente secondo i disegni di progetto con calcestruzzo opportunamente vibrato secondo le modalità prescritte e le pareti di contenimento del getto dovranno essere completamente casserate.

2.3.3.4 Canalette di irrigazione

Le canalette di irrigazione in calcestruzzo impiegate nelle costruzioni, saranno messe in opera, previa la perfetta esecuzione delle selle di appoggio in calcestruzzo opportunamente casserate, secondo gli elaborati di progetto e le livellette prescritte dal progetto o indicate dal Direttore dei Lavori.

Prima della posa degli elementi prefabbricati dovrà essere curata l'esecuzione del riempimento con terra di adeguata natura con opportuna compattazione fino alla quota delle selle.

A posa ultimata dovrà essere curata la sigillatura esterna ed interna dei giunti ed il rinfiacco con terra di adeguata natura.

Inoltre dovrà essere sempre opportunamente curato e sistemato il raccordo dei canali con la faccia esterna del muro di testata in modo da eliminare ogni sbavatura e screpolatura esistente ed ogni fuoriuscita del canale prefabbricato che dovrà essere sempre tagliato in corrispondenza del piano determinato dalla faccia esterna del muro.

Embrici

L'allontanamento delle acque di piattaforma dalla scarpata di un rilevato stradale potrà avvenire tramite scivoli per addurre l'acqua fino al piede della scarpata. Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata dalla banchina fino al fosso di guardia. L'elemento più alto è detto invito, i successivi embrici.

Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà avere cura di effettuare lo scavo di imposta in funzione della forma dell'elemento e realizzare il piano d'appoggio in modo che risulti debitamente costipato per evitare cedimenti dei singoli pezzi.

Alla base dell'elemento posto a quota inferiore, ossia al margine del fosso di guardia qualora non dovesse esistere idonea opera muraria di ancoraggio, l'Appaltatore dovrà provvedere a infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio Ø24 della lunghezza minima di 80 cm. Il tratto infisso nel terreno dovrà essere almeno pari a 60 cm. Analoghi ancoraggi dovranno essere collocati ogni 3 embrici in modo da impedire lo slittamento degli elementi.

La sommità degli scivoli che si dipartono dal piano viabile dovrà risultare raccordata con la pavimentazione e con l'arginello mediante apposito imbocco in calcestruzzo gettato in opera di classe C20/25. La sagomatura dell'invito dovrà essere configurata in modo che l'acqua non abbia alcun impedimento nel defluire.

2.3.4 Pavimentazioni con masselli autobloccanti in calcestruzzo

La pavimentazione sarà del tipo portante continua componibile composta di masselli prefabbricati in calcestruzzo conforme alle norme UNI 9065 da comprovarsi mediante certificazione con le seguenti caratteristiche:

forma ad "onda" od altra scelta dal Direttore dei Lavori;

spessore di cm 6;

di superficie, per ciascun massello, compresa tra 200 e 300 cm²;

peso maggiore o uguale a 140 kg/m²;

finitura superficiale di quarzo colore naturale o colorato, colori a scelta del Direttore dei Lavori.

I masselli devono essere posati su uno strato di pietrischetto dello spessore medio di cm 5 con una granulometria compresa fra 0-4 mm opportunamente costipata con un vibratore compattatore a piastra.

Dopo la posa dei masselli si deve effettuare la rullatura degli stessi con un compattatore a piastra vibrante.

Sulla pavimentazione va steso un leggero strato di sabbia lavata di fiume di diametro fra 0-2 mm in quantità sufficiente a garantire il completo intasamento dei giunti compresi quelli perimetrali o con chiusini, caditoie, ecc..

Ad intasamento avvenuto si dovrà asportare l'eventuale sabbia eccedente dalla pavimentazione.

A lavoro finito la pavimentazione dovrà presentare in ogni punto una superficie regolare e perfettamente corrispondente alla sagoma di progetto o prescritta dal Direttore dei Lavori; un'asta rettilinea della lunghezza di m 4,0, appoggiata sulla pavimentazione in ogni direzione, dovrà aderirvi con continuità e solo in qualche punto sarà tollerato uno scostamento comunque non superiore a mm 5.

2.3.5 Pavimentazioni con cubetti e lastre di porfido

I cubetti di porfido quarzifero saranno disposti su letto di sabbia dello spessore soffice di circa 6÷10 cm, a corsi rettilinei o concentrici; la larghezza dei giunti in accostamento non dovrà superare 1 cm.

Saranno sottoposti ad energica battitura, a più riprese, con pestelli metallici di almeno 25 kg. Per favorire l'assestamento la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia.

Prima dell'ultima battitura di assestamento, la pavimentazione verrà ricoperta con un sottile strato di sabbia fine mista a cemento che verrà fatta penetrare mediante spazzole ed acqua in tutte le sconnessioni in modo da chiuderle completamente. L'ultima battitura dovrà essere fatta in modo da assestare definitivamente i cubetti, dopo aver corretto eventuali deficienze di sagoma.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero deteriorati ed anormalmente porosi, dovranno essere cambiati a cura ed onere dell'Appaltatore.

Si procederà poi al lavaggio della pavimentazione con acqua a pressione in modo da svuotare e ripulire i giunti per una profondità di 3 cm circa e quindi, a pavimentazione asciutta, si procederà alla sigillatura dei giunti con boiaccia cementizia miscelando in parti uguali sabbia (a grana sottile uniforme), acqua e cemento stesa con l'aiuto di spazzoloni. Successivamente con un getto di acqua a pioggia si eliminerà la parte in eccedenza.

Le piastrelle con bordi irregolari verranno poste in opera su un sottofondo in calcestruzzo più basso del livello della superficie finita di almeno 10 cm. Sarà necessario infatti che la piastrella – di spessore variabile fra i 4 -5 cm poggi su un letto di malta cementizia per almeno 4-5 cm e naturalmente dopo che ne sia stata bagnata la faccia inferiore con boiaccia cementizia. La malta dovrà essere un impasto di sabbia con cemento normale di tipo 325. Il cemento andrà dosato per 2,5 q/m³. Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra 1,5 - 2 cm e ciò per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia che appunto consente in produzione una tolleranza nelle larghezze di più o meno 5 mm. Al più presto si procederà alla sigillatura versando nei giunti una boiaccia liquida e ricca di cemento (parti uguali fra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trasbordanti. Quando la boiaccia avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura con cazzuola e spugnetta. Si può completare l'esecuzione con la "stilatura a ferro" dei giunti. È possibile, anche se meno preciso ed efficace, praticare la sigillatura dei giunti stendendo la boiaccia sull'intera superficie, facendola penetrare nelle giunture e lavandola con getto d'acqua e successivamente pulendola con due o tre passaggi di segatura. Le pendenze della

pavimentazione in piastrelle, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere utili a garantire lo smaltimento delle acque meteoriche.

2.3.6 Pozzetti

I pozzetti dovranno essere posti in opera in generale su magrone di allettamento (calcestruzzo della classe C12/15) dello spessore minimo di 10 cm. Per i pozzetti dei servizi tecnologici elettrici si dovrà avere cura di lasciare sul fondo un foro passante per il drenaggio di eventuale acqua di infiltrazione. In alternativa, per i pozzetti senza fondo posizionati al di fuori della carreggiata stradale, potrà essere predisposto un letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

Eventuali fori per il passaggio di tubazioni e cavidotti dovranno essere opportunamente sigillati con malta cementizia dosata a 400 kg/m³ di cemento.

2.3.7 Chiusini e caditoie

Prima della posa del telaio si deve provvedere ad asportare il materiale attorno al pozzetto liberandone così la testa ed inoltre questa dovrà essere opportunamente irruvidita. Fra la testa del pozzetto e l'intradosso del telaio deve prevedersi almeno 2 cm di malta.

Il telaio va posizionato sul pozzetto prevedendo che il bordo superiore della malta di fissaggio dello stesso sia a quota inferiore di almeno 3 cm rispetto alla pavimentazione bituminosa circostante. Prima del getto l'Appaltatore dovrà realizzare una casseratura atta a proteggere da sbavature di malta la luce interna di passaggio. Posizionato il telaio secondo le quote ed i piani prescritti si procederà innanzitutto al riempimento dello spazio sottostante il telaio con malta cementizia e quindi al getto del cordolo sempre con malta cementizia dell'estradosso del telaio di spessore atto a garantire uno stabile ancoraggio secondo le indicazioni di progetto. La malta cementizia sarà costituita da cemento tipo I (Portland) classe 42,5 o 42,5R.

2.3.8 Cordoli

I manufatti dovranno essere posati, di norma, mediante malta di allettamento su platea in conglomerato cementizio di classe C16/20 opportunamente armato con rete elettrosaldata, fatte salve diverse specifiche di progetto.

A posa ultimata l'Appaltatore dovrà provvedere a stuccare tutti i giunti con malta cementizia dosata a 400 kg/m³ di cemento.

2.3.9 Cavidotti

I cavidotti dovranno essere posti in opera su un letto di materiale arido sabbioso perfettamente livellato e costipato, secondo le quote indicate in progetto, avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero comprometterne la resistenza.

Il rinterro in sabbia sarà completato dalla posa di una cappa in calcestruzzo della classe C16/20 e spessore minimo di 15 cm e di un nastro in polietilene segnalatore reticolato, PVC plastificato o altri materiali di analoghe caratteristiche, costituito da un film di colore rosso con dicitura nera recante la scritta "cavi elettrici" ripetuta per l'intera lunghezza. Lo spessore e le caratteristiche del nastro dovranno essere tali da permettere un allungamento pari o maggiore del 250%.

2.4 TRAVI DA PONTE PREFABBRICATE

Il presente Capitolato si applica a tutte le strutture in c.a. e c.a.p. prefabbricate destinate alla realizzazione di ponti, viadotti, cavalcavia e sottovia. Le indicazioni riportate nei paragrafi seguenti possono costituire utile riferimento per altri elementi prefabbricati quali: gallerie artificiali; manufatti idraulici; ecc.

Gli elementi prefabbricati tipicamente utilizzati nella costruzione dei ponti sono: travi; pre dalles (o lastre secondo la norma UNI EN 15050), pulvini, elementi delle pile, elevazioni delle spalle o dei muri d'ala o dei muri andatori.

Il presente capitolato si applica agli elementi di cui al cap. 11.8 dalle vigenti Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito semplicemente chiamate NTC).

Ai sensi della suddetta normativa gli elementi prefabbricati da ponte e i muri dovranno recare la marcatura CE.

L'Appaltatore dovrà comunicare ad ANAS il nominativo del produttore dei manufatti, unitamente alla documentazione richiesta per essi dalle vigenti Norme Tecniche per le costruzioni (di seguito semplicemente chiamate NTC).

È richiesto che il produttore dei manufatti abbia un sistema di controllo della produzione ai sensi del par. 11.8.3 delle NTC e che lo stabilimento di produzione sia qualificato ai sensi del par. 11.8.4.1 delle NTC.

La Provincia si riserva la facoltà di procedere alla verifica di quanto sopra riportato.

L'Appaltatore dovrà eseguire le opere nel rispetto delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo, nelle NTC, nel presente capitolato e nelle norme seguenti: (laddove queste non sia in contrasto con le NTC o con le indicazioni riportate nel presente capitolato):

UNI EN 13369 (regole comuni per prodotti prefabbricati in calcestruzzo).

UNI EN 15050 (prodotti prefabbricati in calcestruzzo – elementi da ponte).

UNI EN 15258 (prodotti prefabbricati in calcestruzzo - elementi per muri di sostegno).

Si rappresenta che i manufatti in parola costituiscono, usualmente, una produzione occasionale.

2.4.1 Caratteristiche dei materiali

Per le parti inerenti i materiali costituenti gli elementi prefabbricati in cls (cls, acciai, malte, resine) si rimanda al capitolato dedicato ai calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p.

Caratteristiche superficiali dei manufatti

In sede di costruzione si dovrà fornire particolare attenzione a realizzare il livello di rugosità (o scabrezza) previsto dal Progettista nelle zone di interfaccia tra il manufatto ed il getto in opera.

Modalità di esecuzione

Per la costruzione, trasporto e posa in opera l'Appaltatore si atterrà alle norme UNI EN 13369, UNI EN 15258 e UNI EN 15050 (laddove queste non sia in contrasto con le NTC o con le indicazioni riportate nel presente capitolato) e nelle norme da queste richiamate.

2.4.2 Documenti di accompagnamento

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali e degli appoggi, all'esame ed all'approvazione della D.L. la documentazione prevista nei par. 11.1 e 11.8.5 delle NTC. Tale documentazione sarà integrata da:

una relazione recante evidenza delle modifiche tecniche eventualmente apportate rispetto al progetto esecutivo;

relazione di calcolo e disegni delle opere, qualora le opere siano state modificate rispetto al progetto esecutivo;

il Certificato di Origine, di cui al punto e) del par. 11.8.5 delle NTC, completo delle parti non interessate al deposito presso il Servizio Tecnico Centrale del MIT.

I materiali richiesti per le unioni (malte, resine, betoncini, ecc.) dovranno essere debitamente specificati nella relazione di cui al punto b) del par. 11.8.5 delle NTC, tenendo conto delle seguenti indicazioni:

per le resine o malte di incollaggio tra elementi prefabbricati si dovrà porre particolare attenzione alle temperature previste in cantiere e alla loro compatibilità con i prodotti previsti.

particolare attenzione sarà data alla protezione delle estremità dei trefoli in testata, che sarà effettuata mediante stuccatura e rasatura con malte cementizie fibrorinforzate a ritiro compensato.

Particolare attenzione sarà data nel riempire le asolature rese eventualmente necessarie per le operazioni di sollevamento o di deviazione dei trefoli; il riempimento sarà effettuato con malte cementizie fibrorinforzate o con betoncini fibrorinforzati a ritiro compensato. Nessun inserto metallico dovrà comunque avere un copriferro inferiore di quello minimo previsto per l'armatura lenta.

Le istruzioni e le specifiche di montaggio (previste al par. 11.8.5 delle NTC) dovranno contenere una procedura di posa in opera e controllo del sistema apparecchi di appoggio, cunei di compenso e sottostrutture, da condividere con il fornitore degli apparecchi di appoggio.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;

per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;

per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti e dei certificati ricevuti non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Le operazioni di montaggio potranno iniziare soltanto dopo il benestare della D.L.

2.4.3 Prove e Controlli

Laddove possibile le prove ed i controlli sui manufatti saranno effettuati in stabilimento.

La Direzione Lavori stabilirà a propria discrezione il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire.

Controlli documentali

Controlli previsti nei par. 11.1, 11.8.2 e 11.8.4 delle NTC e a quanto indicato nel presente capitolato.

Controlli sui prodotti e sui materiali

Si rimanda al capitolato dedicato ai calcestruzzi e acciai per c.a. e c.a.p.

Controlli sulla produzione e sul montaggio

Controlli previsti nei par. 11.8.3 delle NTC e a quanto indicato nel presente capitolato.

La Direzione Lavori potrà altresì verificare che la costruzione ed il montaggio dell'opera avvengano secondo le indicazioni di progetto, integrato dalle prescrizioni contenute nel presente capitolato e nelle norme UNI EN 13369, UNI EN 15258 e UNI EN 15050 (laddove queste non sia in contrasto con le NTC o con le indicazioni riportate nel presente capitolato) e nelle norme da queste richiamate.

Controlli geometrici e dimensionali sui manufatti

La Direzione Lavori potrà effettuare controlli geometrici e dimensionali secondo quanto previsto nelle norme UNI EN 13369 , UNI EN 15258 e UNI EN 15050.

Particolare attenzione deve essere posta alla "monta" delle travi presollecitate in stabilimento: tale deformazione, misurata prima del montaggio in opera, deve essere compatibile con la geometria della struttura stessa in relazione alle esigenze di montaggio (compatibilità con il requisito di planarità delle superfici orizzontali degli appoggi; monta differenziale tra travi della stessa campata, che può portare uno scorretto posizionamento delle dalles o dei trasversi; ecc.) e alle esigenze dell'esercizio stradale (eccessiva ondulazione del piano carrabile; scorretto deflusso longitudinale dell'acqua di piattaforma).

2.4.4 Prove di carico e collaudo

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico verrà eseguita da parte della Direzione Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le strutture 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.

La Direzione Lavori dovrà redigere apposito verbale da consegnare all'Appaltatore ed al collaudatore che riporti l'esito dell'ispezione.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico, se previste, ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte secondo le prescrizioni di legge.

2.4.5 Manutenzione

Laddove non previsti in progetto, si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di eventuale infiltrazione.

Nella redazione del "Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti" si dovrà dare particolare attenzione ai seguenti aspetti, considerati peculiari per le strutture in parola.

I percorsi e le modalità di accesso alle parti oggetto di ispezione. Gli elementi chiusi e privi di idoneo "passo d'uomo" (quali, ad esempio, le travi con sezione ad U o ad Omega) dovranno essere dotati di apposite aperture che consentano l'introduzione e la movimentazione di telecamere, secondo modalità e procedure descritte "Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti".

Ispezione delle asolature dotate di griglie o reti antipassero.

Le modalità di sollevamento degli impalcati per la sostituzione degli appoggi. In tal senso si dovranno fornire le seguenti informazioni: ubicazione dei martinetti; portata dei martinetti; entità del sollevamento (attenzione si dovrà porre al valore massimo consentito nelle strutture iperstatiche senza superare gli Stati Limite di Esercizio previsti in progetto); eventuali limitazioni all'esercizio stradale; eventuali conseguenze sui giunti; azioni caratteristiche, sia orizzontali (vento, eventuale frenatura) e sia verticali, agenti sui vincoli provvisori o sui martinetti durante le operazioni in parola. Per travate continue andrà indicata la possibilità di effettuare il sollevamento su una o più pile contemporaneamente e fornita l'entità del sollevamento per ogni pila interessata.

Come previsto dalla normativa vigente il Manuale di manutenzione deve prevedere anche la collocazione nell'intervento delle parti menzionate e la loro rappresentazione grafica.

2.4.6 Normativa di riferimento

Norme Tecniche per le costruzioni

UNI EN 13369

UNI EN 15050

UNI EN 15258

2.4.7 Misurazione e contabilizzazione

Le travi di impalcato saranno computate a metro lineare e contabilizzate con gli articoli previsti dall'Elenco Prezzi ANAS.

I manufatti prefabbricati in conglomerato cementizio armato, normale o precompresso saranno contabilizzate secondo la relativa voce dell'Elenco Prezzi.

Quando, nell'esecuzione di impalcati, sono impiegate travi costruite fuori opera in c.a. o in c.a.p., di luce superiore a 2 m, il loro sollevamento, trasporto e collegamento in opera a qualsiasi altezza, sarà contabilizzato con i relativi articoli dell'Elenco Prezzi.

Se, in una stessa opera d'arte, sono impiegate travi di luci diverse, gli aumenti o le detrazioni per variazioni del numero delle travi, saranno applicate separatamente per gruppi di travi rientranti nella stessa classe di luci.

Per luci inferiori a 2 m, l'onere di sollevamento, trasporto e collocamento in opera è compreso negli articoli dell'Elenco prezzi relativi ai conglomerati cementizi.

L'armatura di sostegno di casseforme per getti in opera, a qualsiasi altezza, di solette su travi varate in c.a., c.a.p. o acciaio, anche per le parti a sbalzo, sarà computata in base alla superficie determinata misurando in larghezza, normalmente all'asse delle travi, la distanza tra i bordi delle travi o tra il bordo della trave ed il filo esterno dello sbalzo ed in lunghezza la distanza fra le testate della soletta misurata parallelamente all'asse delle travi. L'articolo di cui sopra comprende anche l'onere per la fornitura e messa in opera dell'armatura di sostegno delle casseforme per il getto dei traversi.

L'armatura di sostegno per le dalle impiegate come casseforme a perdere sarà contabilizzata con l'articolo dell'Elenco prezzi relativo alle armature di sostegno di casseforme per getto in opera di solette e traversi su travi varate.

2.5 DIAFRAMMI

Preliminarmente alla esecuzione dei lavori l'Impresa sarà tenuta a presentare alla Direzione dei Lavori una dettagliata relazione nella quale saranno descritte modalità ed attrezzature necessarie alla corretta esecuzione dei lavori, il tutto assicurando di non eccedere le tolleranze previste dal progetto per quanto riguarda gli scavi e l'esecuzione dei cordoli guida (corree). Parimenti, la relazione dovrà contenere lo studio preliminare dei conglomerati cementizi che l'appaltatore intende utilizzare nonché un crono-programma delle attività dal quali si evincano chiaramente le singole fasi di esecuzione dei pannelli di diaframma da realizzare.

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici.

Nel caso di terreni argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possano causare ingresso di acqua nel foro, la perforazione potrà essere eseguita anche a secco.

Potrà essere autorizzato dalla Direzione Lavori, in particolari situazioni geotecniche e previa esecuzione di un campo prova, l'utilizzo di idrofresa per l'esecuzione dello scavo.

2.5.1 CONTROLLI IN FASE ESECUTIVA

Durante l'esecuzione di ogni elemento di diaframma, si dovrà registrare su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la DL, il riscontro delle tolleranze ammissibili:

posizione planimetrica dei diaframmi entro le tolleranze indicate nel progetto.

la verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%;

la tolleranza ΔS sullo spessore, verificata in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale dovrà essere contenuta nel seguente intorno: $- 0,01 S < \Delta S < 0,1 S$

la profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto ± 20 cm

e di seguenti dati:

identificazione del diaframma;

successione stratigrafica dei terreni attraversati;
data di inizio perforazione e di fine getto;
valore degli “slump” del calcestruzzo, effettuato per ogni betoniera o 10 m³ di conglomerato cementizio impiegato;
profondità prima del getto;
il numero di campioni prelevati secondo le modalità e prescrizioni previste;
i controlli su ogni lotto di fango bentonitico impiegato;
caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
le caratteristiche degli additivi utilizzati;
la quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma.

CONTROLLI NON DISTRUTTIVI

I controlli non distruttivi sono:

prove geofisiche;
carotaggio continuo meccanico;
scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

L'impresa provvederà a sottoporre alla Direzione Lavori, per approvazione, il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

Prove geofisiche

Prima delle operazioni di getto, l'impresa provvederà all'installazione di tubi estesi a tutta la profondità dell'elemento, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione; le tubazioni saranno predisposte per il 15% dello sviluppo totale dei diaframmi.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controllo (almeno il 5% del numero totale degli elementi di diaframma con un numero minimo di 2) ed il numero dei controlli sarà stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione all'importanza dell'opera, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei diaframmi.

Le prove dovranno essere eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto.

Le misure dovranno essere eseguite ogni 10 cm di avanzamento della sonda nelle tubazioni predisposte.

L'esito della prova sarà registrato con apparecchiatura digitale a cura del laboratorio incaricato dall'impresa.

Nel caso si identifichino anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

I risultati di tali prove saranno riportati su apposita scheda in cui verrà indicato:

i dati identificativi del pannello, rispetto alla planimetria;

la data di esecuzione della prova;

le registrazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda;

caratteristiche della centralina di registrazione e della sonda.

Carotaggio continuo meccanico

Tale prova si eseguirà, a cura e spese dell'Impresa e su ordine della D.L., in corrispondenza di quegli elementi di diaframma ove si fossero rilevate inosservanze durante la fase di getto.

Il carotaggio dovrà essere eseguito con doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Ad ultimazione della perforazione l'impresa fornirà un report su cui siano evidenziate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti oltre che la mappatura di eventuali discontinuità e/o fratture riscontrate.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche.

Scavi attorno al fusto del diaframma

Ove fossero rilevate dalla D.L. difformità rispetto al progetto in merito alla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 - 5,0 metri di diaframma, su ordine della D.L. si procederà alla messa a nudo e pulizia con un violento getto d'acqua del fusto del diaframma al fine di verificare visivamente se sussistono effettivi problemi.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

2.5.2 PROVE DI CARICO PER I SOLI ELEMENTI DI DIAFRAMMA CON FUNZIONE PORTANTE VERTICALE

In generale, tutte le prove di carico da effettuarsi saranno studiate dall'Impresa esecutrice, con il supporto del progettista strutturale dell'opera, proposte ed approvate dalla D.L.

Modalità e caratteristiche delle prove saranno preventivamente approvate dalla Direzione dei lavori, strumenti di misura e gli apparati di prova – di proprietà del laboratorio incaricato dall'impresa- saranno sempre corredati di certificato di taratura e controllo.

Nel caso di strutture particolarmente complesse o in situazioni geologiche particolari, prima delle usuali prove di carico, il progetto potrà prevedere delle prove di carico limite per accertare i carichi che producono il collasso del complesso pannello - terreno. Questo tipo di prove dovrà essere effettuato su pannelli opportunamente predisposti, all'esterno del diaframma, ed in una situazione geotecnica analoga.

Il numero di elementi da sottoporre alla prova di carico ordinaria verrà stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo; comunque è previsto un minimo del 2% del totale del numero degli elementi (con un minimo di 2 elementi).

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

2.5.3 PROVE DI CARICO LATERALE

Tali tipologie di prove saranno effettuate su quei pannelli indicati dal progettista e/o preventivamente concordati con la DL. Essa sarà unicamente del tipo non distruttivo, e verranno eseguite con l'ausilio di pannelli di contrasto posti almeno a 3 m di distanza dal pannello di prova.

Per le prove di carico laterale valgono le indicazioni delle prove di carico assiale.

2.5.4 PROVE SU PANNELLI STRUMENTATI

Ove i pannelli siano di tipo strumentato, oltre alle prove di carico assiale e laterale, per cui valgono i controlli descritti ai precedenti punti, si dovrà procedere subito dopo il getto del pannello, ai controlli di funzionalità della strumentazione installata.

Successivamente verranno effettuate le letture alle seguenti scadenze:

1° controllo: a 7 giorni;

2° controllo: a 14 giorni;

3° controllo: a 28 giorni;

4° controllo: immediatamente prima della prova di carico;

La lettura al 4° controllo fungerà da origine per le successive letture in fase di prova di carico.

Per quanto riguarda la prova di carico laterale, questa avverrà con l'ausilio del tubo inclinometrico e con gli estensimetri elettrici già predisposti.

Il controllo delle deformazioni avverrà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica di tipo bi-assiale.

La frequenza delle misure verrà stabilita dalla D.L., in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio. L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;

la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;

il tipo di sonda inclinometrica impiegata;

i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;

le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati

2.6 OPERE E MANUFATTI IN METALLO

Opere in metallo

Tutti gli oggetti ed i manufatti metallici dovranno essere dati posti in opera completi di tutti gli accessori e le lavorazioni necessarie da praticarsi dopo la verifica e l'accettazione dei materiali da parte del Direttore dei Lavori, che si intendono a carico dell'appaltatore così come tutti i mezzi d'opera, impalcature od altre opere provvisorie necessarie per il collocamento in opera delle strutture metalliche, salvo quanto disposto dal piano di sicurezza e di coordinamento.

Ad esclusione delle parti in ghisa, delle parti in acciaio inossidabile e delle parti annegate nel getto, in generale i materiali saranno, fatto salvo motivate indicazioni del Direttore dei Lavori, zincati a caldo secondo le norme UNI 5.744 con un rivestimento di zinco compreso fra i 300 e i 400 g/m² oppure verniciati con le seguenti modalità:

preparazione delle superfici mediante sabbiatura a metallo quasi bianco (Sa 2½) secondo le norme SSPC (Steel Structures Painting Council) SP10-63;

applicazione di un ciclo di verniciatura a tre mani, dello spessore complessivo di 160 µm le cui caratteristiche particolari dovranno essere preventivamente comunicate al Direttore dei Lavori per l'approvazione.

Manufatti in acciaio per griglie, paratoie, recinzioni, cancellate

Il ferro comune ed omogeneo dovrà essere di prima qualità, duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa, malleabile a caldo ed a freddo, facilmente saldabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature e non dovrà presentare saldature aperte od altre soluzioni di continuità.

L'acciaio in lamiera o fuso per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro deve essere di prima qualità, esente da soffiature e da ogni altro difetto.

Ogni altro oggetto di metallo sarà di primissima qualità senza difetti di sorta.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare e rilevare sul posto le misure esatte delle singole opere metalliche, essendo egli solo responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

2.7 IMPERMEABILIZZAZIONI

2.7.1 Guaine bituminose

Il piano di posa del manto impermeabilizzante dovrà essere regolarizzato e pulito mediante l'asportazione, con lavaggio a spazzolone e/o motosoffiatore, di rugosità e di materiali vari quali tracce di olii, grassi, polvere ecc.. Indi si provvederà a spalmare sul piano opportunamente pulito un adesivo bituminoso (primer) dello spessore medio di mm 2. Si porranno quindi in opera delle guaine preformate di larghezza non inferiore a m 1,00 aventi le caratteristiche in precedenza stabilite. Le guaine saranno incollate, previa fusione con fiamma, al primer steso in precedenza curando la perfetta adesione di ogni punto e la tenuta dei giunti (sormontanti) di costruzione. Infine si effettuerà sulla guaina una spalmatura di bitume modificato ad alta resistenza dello spessore di cm 0,50 e si procederà ad uno spolvero di sabbia onde evitare l'aderenza del manto al conglomerato bituminoso.

2.7.2 Asfalto colato

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo ed uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e massimo di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni. L'impermeabilizzazione consisterà essenzialmente nelle seguenti operazioni:

pulizia finale mediante spazzolatura o soffiatura con aria compressa e/o lavaggio delle superfici stesse, operazione quest'ultima da eseguire con la massima cura e senza l'impiego di soluzioni acide;

applicazione a freddo di una mano di adesivo bituminoso (primer) o emulsione bituminosa affinché possa penetrare a fondo nella porosità del calcestruzzo; il quantitativo di detto primer non dovrà risultare inferiore a 0,5 kg/m²;

formazione in opera di una cappa di miscela asfaltica stesa a caldo sull'impalcato, dello spessore medio di mm 10 applicata a mano, con spatole, ad una temperatura maggiore o uguale a 180 °C con la percentuale dei componenti compresa tra i valori in precedenza stabiliti. Qualora si utilizzino come leganti miscele di bitume sintetico e naturale, tale temperatura dovrà essere maggiore o uguale a 200 °C.

La posa in opera del mastice non sarà effettuata quando le condizioni metereologiche non siano tali da garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 5 °C. L'impermeabilizzazione così realizzata dovrà risalire per tutta l'altezza delle pareti verticali dei cordoli e raccordarsi ai giunti di dilatazione.

La confezione delle miscele verrà eseguita con apparecchiature fisse o mobili approvate dal Direttore dei Lavori ed in modo che filler, legante ed inerti, dosati a peso separatamente, formino un impasto uniforme ed omogeneo. Il tempo di mescolamento dovrà essere almeno di 30 minuti e la relativa temperatura sarà tale da poter effettuare la stesa dell'asfalto almeno a 180 °C (nel caso di utilizzo di leganti sintetici 200 °C). Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze) munite di agitatore meccanico ed apposito impianto di riscaldamento.

Non si potrà effettuare l'impermeabilizzazione di impalcati in c.a. non completamente stagionati a meno che il Direttore dei Lavori lo autorizzi con le opportune prescrizioni. In tal caso l'Appaltatore, a proprie cure e spese, dovrà interporre tra la soletta con residui d'umidità ed il manto uno strato di sconnessione al fine di creare un reticolo drenante per la compensazione di eventuali pressioni di vapore.

2.8 MALTE E CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI, ARMATI, PRECOMPRESSI

Tutte le opere in conglomerato cementizio semplice, armato ed armato precompresso devono essere progettate ed eseguite in base alle disposizioni normative vigenti ed a tutte le istruzioni e circolari emanate in materia.

L' Appaltatore sarà tenuto, su richiesta del Direttore dei Lavori, a presentare per iscritto, prima dell'inizio dei getti, lo studio di qualificazione del conglomerato cementizio.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

resistenza caratteristica a compressione R_{ck} (UNI EN 12390-3:2009);

durabilità delle opere (UNI 8981-4:1999);

diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);

tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;

modulo elastico secante a compressione, ove previsto dal progettista, (UNI 6556);

contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI EN 12350-7:2002)

ritiro idraulico, se necessario in funzione della classe di esposizione della miscela (UNI 11307:2008);

resistenza ai cicli gelo-disgelo, se necessario in funzione della classe di esposizione della miscela (UNI 7087:2002);

impermeabilità, se necessario in funzione della classe di esposizione della miscela (UNI ISO DIS 7032);

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame del Direttore dei Lavori:

i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;

la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;

il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;

la certificazione FPC del quale deve essere dotato l'impianto di betonaggio secondo quanto previsto dalla normativa tecnica vigente;

risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio;

lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità.

Il Direttore dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione media per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, soddisfi i criteri di accettazione contenuti nella normativa tecnica vigente di riferimento.

Il numero di campioni e le metodologie di prova saranno quelle stabilite dal DM 14/01/08, ferma restando la facoltà del Direttore dei Lavori di disporre eventuali prove aggiuntive che ritenesse necessarie.

L'esame e la verifica, da parte del Direttore dei Lavori dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dal Direttore dei Lavori, esso rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Categorie di calcestruzzo omogeneo e resistenze caratteristiche

Il calcestruzzo, in base alla resistenza caratteristica cilindrica (fck) e cubica (Rck) e con riferimento alle norme UNI, sarà suddiviso nelle classi di resistenza di seguito indicate:

classi di resistenza	cilindrica (fck) MPa	cubica (Rck) MPa	Categoria di cls
UNI EN 206-1			

C12/15	12	15	NON STRUTTURALE
C16/20	16	20	STRUTTURALE
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C28/35	28	35	
C32/40	32	40	
C35/45	35	45	

Al fine di soddisfare le richieste di durabilità in funzione delle condizioni ambientali, occorrerà fare riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI 11104 e, in particolare, alle classi di esposizione riportate nel prospetto 1 della EN 206/1 ed ai valori limite per la composizione e per le prestazioni riportate nel prospetto 4 della UNI 11104.

Salvo diverse specifiche di progetto ed indicazioni del Direttore dei Lavori, si impiegheranno calcestruzzi a prestazione garantita secondo il seguente prospetto suddiviso per tipi di opere e/o di elementi strutturali:

Opera /Elemento strutturale	Classe di resistenza	Classe di esposizione	Dim. Max inerte [mm]	Rapporto a/c	Dosaggio minimo cemento [kg/m3]	Classe di consistenza	Copriferro minimo [mm]
magroni	C12/15	-	20	-	300	S4	-
Rivestimento fossi e canali debolmente armati	C16/20	-	20	-	300	S4	-
Rivestimento tubazioni, pozzetti, plinti non armati o debolmente armati	C20/25	-	20	-	300	S4	40
Pali trivellati, fondazioni superficiali armate, camerette, muri di tesata di tombinature	C25/30	XC2	20	0,60	300	S4	40
Spalle, pile, muri andatori e muri di sostegno	C32/40	XC4	32	0,50	340	S4	40
Impalcati, solette	C35/45	XF4	32	0,45	360	S4	45

Il conglomerato delle varie opere d'arte o di parte di esse si considera omogeneo quando la miscela viene confezionata con componenti aventi essenzialmente le stesse caratteristiche di qualità le quali devono essere simili per ogni categoria di calcestruzzo. A tale riguardo verranno eseguiti i controlli di legge, come riportato nell'apposita sezione del presente capitolato.

Consistenza dei calcestruzzi

Allo scopo di avere un rapido controllo della quantità di acqua e della lavorabilità verrà determinato il valore della consistenza con un consistometro (cono di Abrams); per i calcestruzzi ordinari vibrati, il cedimento (slump) non deve superare i 4 cm (S1, UNI 9.417) prima dell'aggiunta dell'additivo superfluidificante e deve invece essere di 15–20 cm (S4) dopo l'introduzione dell'additivo superfluidificante. La consistenza dovrà essere continuamente riscontrata durante il lavoro.

Confezione, trasporto e posa in opera dei calcestruzzi

La confezione dei calcestruzzi dovrà essere eseguita con impianti automatici e gli impasti dovranno essere preparati solamente nella quantità necessaria per l'impiego immediato. I residui di impasti non immediatamente impiegati dovranno essere gettati a rifiuto.

Il trasporto del calcestruzzo, dall'impianto di betonaggio al luogo d'impiego, ed il suo scarico, dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del calcestruzzo medesimo.

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

numero di serie;

denominazione dell'impianto di betonaggio;

identificazione dell'autobetoniera;

nome del cliente;

denominazione ed indirizzo del cantiere;

la data e le ore di carico, arrivo in cantiere, e di inizio/fine scarico;

quantità (m³) di calcestruzzo fornito;

la classe di resistenza;

la classe di esposizione ambientale;

la classe di consistenza;

un codice che identifichi la ricetta usata per il confezionamento;

la dimensione massima dell'aggregato;

il tipo, la classe e il contenuto di cemento;

il rapporto a/c;

il dosaggio ed il tipo di eventuali additivi da aggiungere in cantiere.

A richiesta, il personale dell'Appaltatore dovrà esibire detti documenti ed eventualmente fornirli in copia agli incaricati del Direttore dei Lavori. L'Appaltatore dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato.

La posa in opera del calcestruzzo sarà eseguita dopo aver preparato accuratamente le casseforme, gli scavi da riempire ed i piani di posa e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, sono eseguiti in conformità alle disposizioni degli elaborati progettuali.

L'Appaltatore potrà adottare per la casseratura il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, fatte salve eventuali prescrizioni contenute negli elaborati progettuali, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

Tutti gli spigoli in vista dovranno essere realizzati con uno smusso a 45° e di larghezza pari a 2 cm.

Le casserature dovranno essere ricoperte con idoneo disarmante antiadesivo.

I getti, che dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto, potranno essere iniziati solo dopo la verifica delle casseforme, degli scavi e delle armature metalliche da parte del Direttore dei Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

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 ed omogeneizzazione della massa di calcestruzzo per mezzo di vibrazione. Nel caso ciò non fosse possibile, 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 speciali adesivi per riprese di getto.

Tra le successive riprese di getto, su superfici a vista, si dovranno in ogni caso prevedere appositi scuretti di sezione rettangolare (1x1 cm).

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm ottenuti dopo la compattazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, misurata dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare 1,00 m.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli necessari a raggiungere la compattazione ottimale delle miscele. La vibrazione del calcestruzzo deve proseguire fino a che praticamente cessi la fuoriuscita di bolle d'aria, ma senza provocare segregazione.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a +5 °C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8.981 parte 4°. 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 +5 °C.

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

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 testati durante la fase di qualifica delle miscele.

I metodi di stagionatura e protezione adottati e la loro durata dovranno essere tali da garantire la prescritta resistenza del calcestruzzo e la sua durabilità.

Durante il periodo di stagionatura protetta sarà necessario mantenere le superfici dei getti ad una umidità relativa superiore al 95% evitando nel contempo che essi subiscano urti, vibrazioni, e sollecitazioni di ogni genere.

Le durate, in giorni, di stagionatura protetta per conseguire una adeguata impermeabilità della zona corticale delle strutture sono riportati nella seguente tabella:

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
Temperatura del calcestruzzo ($^{\circ}\text{C}$)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Condizioni ambientali durante la stagionatura:	Giorni di stagionatura protetta								
Non esposto ad insolazione diretta, $\text{UR} \geq 80\%$	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, $\text{UR} \geq 50\%$	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento intensa, $\text{UR} \leq 50\%$	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo può essere desunta dalla seguente tabella:

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe del cemento
Rapida	$< 0,5$	42,5 R
Media	$0,5 - 0,6$	42,5 R
	$< 0,5$	32,5 – 42,5 R
Lenta	In tutti gli altri casi	

Le durate di stagionatura sopra riportate dovranno essere adeguatamente aumentate nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto a severe condizioni di abrasione o per condizioni ambientali particolarmente gravose.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali non provochino fessure tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito.

Per limitare le tensioni di origine termica, la differenza massima di temperatura tra il centro e la superficie del getto, non deve superare i 20°C . Gradienti termici inferiori potranno essere specificati negli elaborati di progetto.

La rimozione delle armature di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state raggiunte le resistenze prescritte.

Subito dopo il disarmo si dovranno prendere gli accorgimenti necessari in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato e quindi il rapido essiccamento della sua superficie.

Le superfici esterne di calcestruzzo dovranno presentarsi lisce, compatte, omogenee, perfettamente regolari ed esenti da macchie o chiazze, Le eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento immediatamente dopo il disarmo.

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

Non dovranno aversi comunque distacchi o discontinuità o differenze; 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 con idonei dispositivi sia per i giunti di costruzione, sia per le eventuali riprese di getto, sia per l'impermeabilizzazione delle fessurazioni da ritiro.

Armatura del calcestruzzo

I ferri di armatura del calcestruzzo dovranno essere esattamente delle dimensioni e posizionati, prima del getto, come indicato nei disegni esecutivi o come ordinato dal Direttore dei Lavori; detta sistemazione dovrà essere sempre mantenuta con cura durante tutte le fasi del getto. Qualora avvenissero, durante il getto, spostamenti delle armature, il getto stesso dovrà essere immediatamente sospeso affinché le armature siano riportate nelle posizioni prescritte od ordinate.

In particolare, di norma, il copriferro dovrà essere previsto in progetto di cm 3 che dovrà poi essere tassativamente rispettato per ogni ferro mediante l'apposizione di un opportuno numero di distanziatori in plastica o in calcestruzzo con esclusione di quelli in ferro o in legno.

I ferri di armatura dovranno essere sempre collegati fra loro a mezzo di legature efficienti eseguite con filo di ferro ricotto e serrate con appositi attrezzi; le saldature saranno ammesse solo se consentito caso per caso dal Direttore dei Lavori.

Ove non diversamente specificato, le sovrapposizioni longitudinali delle barre dovranno avere una lunghezza non inferiore a 50 volte il diametro delle barre.

Non si potrà, sotto pena di demolire quanto costruito, dar corso al getto prima che il Direttore dei Lavori abbia verificato e accettato le armature rimanendo, comunque, sempre l'Appaltatore l'unico responsabile della corrispondenza delle armature ai disegni esecutivi di progetto.

Sabbiatura delle superfici

La pulizia delle superfici di calcestruzzo dovrà essere eseguita mediante sabbiatura a secco con inerti silicei di opportuna granulometria. Dovranno essere rimosse tutte le parti friabili fino a riportare a vivo le superfici sane e compatte del calcestruzzo e le superfici delle armature metalliche difettosamente ricoperte. La pulizia delle armature metalliche dovrà essere del grado Sa 2 (secondo le norme Svensk Standard SIS 055900).

Ricostruzione delle superfici ammalorate dei calcestruzzi

La ricostruzione del calcestruzzo demolito o mancante verrà eseguita mediante l'impiego di malta pronta autoportante, senza aggiunta di inerti. Il quantitativo di acqua deve essere tenuto il più basso possibile compatibilmente con l'ottenimento di un impasto ben lavorabile e secondo le indicazioni desumibili dalla scheda tecnica del prodotto utilizzato. Prima della stesa della malta le superfici di calcestruzzo da ricostruire dovranno essere bagnate con acqua fino a saturazione.

Per spessori superiori a 3 cm nello strato di malta deve essere inserita una rete elettrosaldata costituita da fili diam. 1 mm, con maglia 25x25 mm, opportunamente fissata, con chiodatura, al supporto sano.

2.9 SEGNALETICA

Installazione segnaletica verticale

La segnaletica verticale sarà installata in conformità a quanto disposto dall'art. 81, del D.P.R. 495/1992.

I segnali da ubicare sul lato devono avere il bordo interno (rivolto verso la strada) a distanza non inferiore a 30 cm e non superiore a 100 cm dal bordo esterno della banchina.

I sostegni verticali dei segnali devono essere collocati a distanza non inferiore a 50 cm dal bordo esterno della banchina.

Il tipo e la disposizione planimetrica sono individuati negli elaborati di progetto.

L'altezza minima dei segnali laterali è di 60 cm e la massima di 220 cm.

L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli montati su portale ed il piano stradale deve essere pari a 550 cm.

Applicazione segnaletica orizzontale ed eventuali ripristini

La vernice spartitraffico bianca e gialla per segnaletica orizzontale dovrà essere applicata a spruzzo mediante speciali macchine operatrici che la stendano sulla pavimentazione in strisce longitudinali continue e discontinue aventi la larghezza stabilita negli elaborati di progetto e comunque non inferiore alla larghezza minima stabilita dal D.P.R. 16.12.1992 n. 495. La stesa del materiale verrà effettuato a mezzo di idonee macchine traccialinee in modo da garantire l'uniformità della stesa ed un perfetto controllo dell'inizio e della fine della striscia. La distanza tra due strisce longitudinali affiancate deve essere pari alla loro larghezza. Le linee discontinue longitudinali sono costituite da segmenti di striscia della stessa lunghezza separate da intervalli uniformi. I segmenti di striscia e gli intervalli tra essi avranno le lunghezze stabilite dal D.P.R. 16.12.1992 n. 495. La vernice dovrà aderire perfettamente alla pavimentazione in modo da non risentire delle normali deformazioni meccaniche e termiche della pavimentazione stessa. Le linee longitudinali consistono in:

strisce di separazione dei sensi di marcia;

strisce di corsia;

strisce di margine della carreggiata;

strisce di raccordo;

strisce di guida sulle intersezioni.

I tipi di striscia sono previsti dagli elaborati di progetto.

Le vernici, quando sono applicate a mezzo di macchina traccialinee su pavimentazioni in conglomerati bituminosi, dovranno essere stese nella quantità di 840 g/m² e quindi pari a:

Larghezza striscia	Quantità di vernice
10 cm	84 g/m
12 cm	100 g/m
15 cm	125 g/m

25 cm	210 g/m
30 cm	252 g/m

La vernice della striscia dovrà essiccarsi senza deformarsi o scolorire ed inoltre dovrà resistere in modo durevole all'abrasione degli agenti atmosferici e del traffico medio della strada comunale per la durata di 365 giorni.

Prima di effettuare la posa della vernice, dovrà essere avvisata con congruo anticipo il Direttore dei Lavori, il quale potrà effettuare tutti i controlli di qualità e quantità che riterrà necessari.

La macchina traccialinee dovrà essere equipaggiata anche per la perfetta applicazione manuale di linee di arresto, scritte, frecce, strisce per passaggi pedonali, ecc. .

2.10 IMPIANTI TECNOLOGICI

La realizzazione degli impianti previsti in progetto comprenderà la redazione della seguente documentazione:

Il progetto esecutivo di tutti gli impianti ed i disegni esecutivi di cantiere redatti nella scala più opportuna con indicati gli ingombri ed i percorsi di canalizzazioni e tubazioni, la posizione delle apparecchiature installate con relative quote dove necessario e quanto altro serva indicare inequivocabilmente le opere che dovranno essere realizzate. Tutti i disegni esecutivi dovranno essere approvati dal Direttore dei Lavori prima dell'esecuzione delle opere stesse.

La dichiarazione degli impianti installati ai sensi del DM 37/2008 inoltre i disegni definitivi ed aggiornati degli impianti che sono stati eseguiti (schemi "as-built") completi di tutti i dati tecnici necessari alla descrizione e verifica degli impianti stessi e delle istruzioni necessarie alla messa in funzione ed alla manutenzione di impianti ed apparecchiature. Tali disegni dovranno essere consegnati alla Committente in duplice copia più una copia su supporto magnetico entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori.

Monografia contenente le istruzioni necessarie alla messa in funzione ed alla manutenzione ordinaria e straordinaria di impianti ed apparecchiature, completa di schede tecniche e manuali di manutenzione.

In caso di mancanza o di incompletezza dei necessari documenti il collaudo non potrà avere esito positivo.

2.11 BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI RITENUTA

Il montaggio in opera di tutte le strutture che costituiscono ciascun manufatto del dispositivo di sicurezza sarà effettuato in conformità a quanto previsto nelle informazioni tecniche e geometriche riportate nel Rapporto di Prova, negli elaborati progettuali e, soprattutto, nel manuale di installazione.

Le barriere stradali dovranno essere posate parallelamente all'asse stradale e, fatto salvo diversa specifica di progetto, dovranno essere allineate con filo interno del nastro orizzontale coincidente con il ciglio bitumato.

Lungo le barriere stradali dovranno essere installati catarifrangenti di superficie 50 cm² o secondo le specifiche di progetto (distanziati di m 9,00 massimo), doppi per i nastri a tripla onda.

I nastri delle barriere stradali devono avere una sovrapposizione non inferiore a 32 cm e saranno collegati fra loro a mezzo di bulloni. I nastri delle barriere tipo bordo ponte dovranno essere dotate di asole orizzontali in modo da permettere lo scorrimento reciproco dei nastri dovuto alle dilatazioni stagionali del manufatto.

Ogni elemento dei dispositivi di sicurezza stradali di acciaio dovrà essere protetto, su ogni faccia, da zincatura a caldo eseguita secondo la norma UNI EN ISO 1461, dopo l'avvenuta piegatura ed aggraffatura o saldatura dell'elemento, secondo gli spessori per faccia indicati.

Le lamiere finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ruvidità, punte, ecc.

Per la zincatura sui bulloni, si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN ISO 10684.

3. NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLE LAVORAZIONI

3.1 CERTIFICATO DI QUALITÀ

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calci idrauliche, acciai, ecc.) prescritti dal presente Capitolato, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, prima dell'impiego e a propria cura e spese, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

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

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

3.2 ACCERTAMENTI PREVENTIVI

Prima dell'inizio dei lavori il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati, disporrà, se ritenuto necessario, ulteriori prove di controllo di laboratorio, da Eseguirsi ad onere e cura dell'Appaltatore.

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

Il Direttore dei Lavori si riserva comunque la facoltà di non accettare il materiale con caratteristiche non conformi alle specifiche del presente Capitolato.

3.3 PROVE DI CONTROLLO IN FASE ESECUTIVA

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo, con impiego di mezzi, uomini e attrezzature se necessari, e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, che saranno richiesti dal Direttore dei Lavori e/o dalla Commissione di collaudo.

Di norma tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite, presso Laboratori Ufficiali designati dal Direttore dei Lavori, a spese della Committente.

Saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri per la fornitura dei materiali, di campioni, di attrezzature e macchinari vari, per l'assistenza, il prelievo, la preparazione e la conservazione dei campioni, per la consegna al Laboratorio e per il ritiro dei certificati.

Inoltre resterà in carico all'Appaltatore l'esecuzione in sito e presso gli Istituti autorizzati di tutte le ulteriori prove che verranno ordinate dal Direttore dei Lavori necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali, dei componenti e delle lavorazioni, a seguito delle risultanze non conformi alle prescrizioni di Legge e di Capitolato di precedenti accertamenti.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

I risultati ottenuti nei Laboratori Ufficiali designati dalla D.L. saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti del presente Capitolato.

L'Appaltatore sarà tenuto a chiedere in tempo opportuno al Direttore dei Lavori di provvedere in suo contraddittorio a quelle misure d'opera e somministrazioni che nel procedere del lavoro non si potessero più accertare, come pure di provvedere alla pesatura e misurazione di tutto ciò che dovrà essere pesato e misurato prima del collocamento in opera.

Si dichiara esplicitamente che ove, per difetto di ricognizione fatta a tempo debito, non si potessero più eventualmente ed esattamente accertare le quantità e le qualità dei lavori e delle somministrazioni compiute dall'Appaltatore, questi dovrà accettarne il computo e la valutazione che verrà fatta dal Direttore dei Lavori ed al caso sottostare a tutte quelle spese o danni che per una tardata ricognizione dovessero presentarsi.

I lavori saranno contabilizzati in base alle misure fissate dal progetto o preventivamente ordinate per iscritto dal Direttore dei Lavori anche se dalle misure di controllo, rilevate dagli incaricati, dovessero risultare spessori, lunghezze, cubature e pesi effettivamente superiori.

Qualora invece dalle misure di controllo si riscontrassero spessori, lunghezze, cubature e pesi inferiori a quelli fissati dal progetto o preventivamente ordinate per iscritto dal Direttore dei Lavori si contabilizzeranno i quantitativi effettivamente eseguiti ed inoltre per le carenze riscontrate verranno effettuate adeguate riduzioni di prezzo che terranno conto della minore consistenza, qualità o dimensione, sempre che l'opera sia accettabile senza pregiudizio.

I lavori a misura verranno liquidati ai prezzi offerti dall'Appaltatore e si intendono quindi invariabili nel modo più assoluto ed indipendenti da ogni eventualità.

Le singole quantità di lavori, le somministrazioni e le prestazioni saranno computate in base alle unità sotto le quali si trovano iscritte nell'elenco dei prezzi e saranno desunte da misurazioni fatte geometricamente e da pesature. Tutte le pesature dovranno essere effettuate su pese pubbliche o autorizzate dal Direttore dei Lavori.

Qualora, nonostante il preavviso dato dal Direttore dei Lavori, le misurazioni dovessero essere fatte in assenza di un rappresentante dell'Appaltatore, si riterranno valide le misure fatte dal Direttore dei Lavori e dai suoi assistenti.

Le modalità di misurazione delle singole categorie di lavori atte a determinare l'accreditamento all'Appaltatore applicando alle quantità stesse i rispettivi prezzi offerti, saranno quelle di seguito indicate.

3.4 MOVIMENTO DI TERRA PER LA FORMAZIONE DEL CORPO STRADALE

Il volume del movimento di terra sarà valutato a metro cubo mediante il metodo delle sezioni ragguagliate sulla base di quelle indicate nella planimetria e nel profilo longitudinale, salvo la facoltà del Direttore dei Lavori, anche su richiesta giustificata dell'Appaltatore, di intercalarne delle altre o di spostarle in avanti o indietro per meglio adattarle alla

configurazione del terreno, rimanendo stabilito che, per i lavori di breve estensione, il rilievo si limiterà a quello della sezione media per l'intera lunghezza del lavoro.

Dove si riscontri scavo o riporto, il movimento di terra sarà valutato unicamente in scavo o in riporto, senza tener conto in questo caso delle maggiori dimensioni dovute al costipamento delle terre, né della maggiore quantità di terra occorrente per il cedimento del sottofondo stradale dovuto all'azione del rilevato stradale e delle rullature in quanto l'onere derivante è stato considerato già compreso nel prezzo.

Dal volume come sopra computato sarà dedotto il volume degli scavi, contabilizzati e ritenuti idonei per il reimpiego dal Direttore dei Lavori, nonché il volume delle materie scarificate e reimpiegate per la formazione del rilevato, detratti i reinterri. Ove non sia possibile procedere alla regolare misurazione dei riporti, si ricorrerà alla misura delle cave di prestito, senza che l'Appaltatore possa accampare alcun diritto o compenso speciale.

Per la misura delle cave di prestito si adotterà, a seconda dei casi, il metodo delle sezioni ragguagliate o quello della superficie della cava e della sua altezza media; la scelta del metodo sarà fatta dal Direttore dei Lavori.

La terra da fornirsi per piccoli lavori potrà essere misurata soffre direttamente sugli autocarri, col metodo geometrico, prima del loro scarico a piè d'opera come verrà stabilito dal Direttore dei Lavori fatta deduzione del 20% in volume.

In caso di opposizione da parte dell'assuntore il metodo di misura e le sezioni da adottare saranno scelte definitivamente dal Responsabile del Procedimento.

Nei prezzi di elenco, oltre alla esecuzione dei movimenti di terra ed alla regolarizzazione e sistemazione delle scarpate con terra vegetale, sono comprese tutte le somme da pagarsi all'appaltatore per danni ed occupazioni temporanee, per passaggi e per altro titolo.

Inoltre sono compresi i tracciamenti e mantenimenti delle modine e dei picchetti con l'asportazione finale, gli oneri relativi all'approvvigionamento dei materiali, gli oneri della preparazione del piano di posa del rilevato quali: l'asportazione di radici, erbe, piante, ceppaie, limo ed argilla contenenti materie organiche, il loro trasporto a rifiuto ed il riempimento dei vuoti lasciati dalle varie asportazioni con idoneo materiale di riporto e suo costipamento oltre che la rullatura dell'intera superficie del piano di scoticamento.

I prezzi degli scavi in genere ed anche quelli per fondazioni si riferiscono a materie di qualsiasi natura e compensano anche le eventuali impalcature provvisorie, le sbadacchiature in genere, gli aggettamenti di qualunque importanza e quant'altro occorre per la esecuzione dei lavori a regola d'arte, fatto salvo quanto specificato nel Computo Metrico Estimativo e/o nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

Nei prezzi sono altresì sempre comprese la movimentazione, il carico e trasporto delle macerie a discarica e/o a stoccaggio.

La preparazione dei piani di posa verrà effettuata previo disboscamento, con l'eliminazione dello strato vegetale e con la demolizione di manufatti eventualmente presenti sul tracciato, per i quali l'Appaltatore si sia preventivamente munito dell'ordine scritto del Direttore dei Lavori; il materiale di scavo che sia costituito da terreno vegetale, verrà riportato in sede esterna al corpo del rilevato per il successivo utilizzo a rivestimento delle scarpate.

Gli allontanamenti di materiali a "discarica", si riferiscono sempre a "discarica autorizzata" (anche se la dicitura è abbreviata), quindi soggetti alla presentazione della documentazione relativa al trasporto e scarico per giustificare il rimborso dei costi di smaltimento eventuali.

Gli oneri di smaltimento quando dovuti, devono essere compensati solo a seguito della presentazione della prescritta documentazione. I materiali commercializzati per il riciclaggio (ferro e metalli vari, in alcuni casi gli inerti di scavo, di demolizioni, ecc.) non danno luogo a rimborsi per oneri di smaltimento, mentre i relativi compensi restano di proprietà dell'Appaltatore, salvo diversa pattuizione contrattuale.

Il materiale scavato risultante in esubero rispetto alle necessità di reimpieghi resterà comunque di proprietà dell'Amministrazione e comunque depositato nell'ambito del cantiere e/o su aree messe a disposizione dall'Amministrazione nel raggio di 5 km.

Si puntualizza che nei valori di prezzo delle opere compiute lavorazioni è sempre compreso ogni e qualsiasi onere di trasporto o di movimentazione eseguito, manualmente e/o con qualsiasi mezzo meccanico, all'interno del cantiere o su aree messe a disposizione dall'amministrazione nel raggio di 5 km e del loro allontanamento sino alle discariche o depositi limitatamente alle distanze esplicitate nelle singole voci. E' quindi da escludere l'estimazione e la contabilizzazione di oneri aggiuntivi per movimentazione o trasporti di materiali già considerati nei valori unitari di prezzo di opere compiute. Questo principio vale per tutte le lavorazioni inserite nell'elenco prezzi, ciò anche quando nella descrizione della lavorazione detto onere non sia stato riportato o chiaramente espresso.

Il trasporto a depositi dell'Amministrazione, impianti di riciclaggio o di stoccaggio provvisorio, comunque soggetti alla presentazione della documentazione relativa al trasporto e scarico, non possono mai dar luogo a rimborso dei costi di smaltimento.

Gli eventuali importi economici ascrivibili alla gestione e smaltimento dei rifiuti connessi con l'esecuzione di un'opera, identificabili nello specifico negli oneri di conferimento a discarica autorizzata, dipendenti dal tipo di rifiuto, generalmente classificate in base ai codici del Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER), sono esclusi dalle voci di prezzo di lavorazione indicate in elenco (quali ad esempio scavi, demolizioni, scarifiche di pavimentazioni in generale), salvo eventuale esplicita indicazione presente a livello di descrittivo della voce medesima.

Il "Conferimento a discarica autorizzata", dipendente dal tipo di rifiuto, generalmente classificato in base ai codici Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER), intende evidenziare la prioritaria scelta di conferimento del materiale di risulta presso centri autorizzati al trattamento, recupero, riciclo del materiale stesso, residuando al minimo l'eventuale conferimento a discarica autorizzata, ossia al centro presso il quale il materiale verrebbe depositato in maniera definitiva e permanente.

Le quote afferenti alla sola movimentazione (carico, trasporto e scarico) in discarica autorizzata dei materiali provenienti da scavi, demolizioni, scarifiche di pavimentazioni, etc. etc., sono escluse dalle voci di conferimento, in quanto già compresi nei relativi prezzi di lavorazione; in particolare il trasporto si intende compensato limitatamente alle distanze esplicitate nelle singole voci.

Prove di accettazione e controllo

L'Appaltatore per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc.) prescritti dal presente Capitolato, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale.

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

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

Prima dell'esecuzione il Direttore dei Lavori procederà al prelievo di campioni di terreno da inviare a laboratori ufficiali, in modo da verificare la rispondenza alle prescrizioni di cui al presente Capitolato.

I campioni di terreno prelevati saranno innanzitutto classificati: sarà individuata la curva granulometrica che caratterizza ogni campione, verranno valutati i limiti di Atterberg (in particolare modo il limite liquido e l'indice di plasticità), l'indice di gruppo.

Qualora richiesto dall'Ufficio di D.L. l'Appaltatore dovrà provvedere alla posa in opera di una opportuna strumentazione geotecnica, tale da permettere la verifica delle corrette condizioni di lavoro in tutte le fasi di realizzazione dell'opera. Mediante la posa di assistimetri superficiali e profondi, di piezometri e di inclinometri sarà inoltre possibile controllare il grado di assestamento, l'esistenza di spostamenti orizzontali, la consolidazione raggiunta da eventuali strati argillosi, l'andamento del moto di filtrazione.

Nel caso di rilevati costruiti ex novo l'Appaltatore dovrà provvedere alla posa della strumentazione completa per una sezione significativa a scelta dall'Ufficio di D.L..

Nel caso di rialzi e ringrossi i controlli saranno limitati alla compattazione fatti salvi comunque i controlli generali sulla qualità delle terre.

Le prove previste sicuramente come obbligatorie prima della stesa di un nuovo strato sono quelle di piastra. Se le prove relative allo stato di compattazione del rilevato non dovessero dare esito soddisfacente, l'Appaltatore è tenuto a ripetere la compressione dei rilevati sino ad ottenere il risultato prescritto.

Gli oneri per tutte le prove di laboratorio e per la strumentazione per le prove a campo sono a carico dell'Appaltatore.

Il Direttore dei Lavori si riserva di eseguire ulteriori prove in sito e in laboratorio oltre a quelle descritte per verificare la rispondenza dei requisiti richiesti quali la prova di costipamento con energia AASHO Modificata (UNI 13286) e il controllo dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22 – 1972).

L'Appaltatore è obbligato, senza pretesa di compenso alcuno, a dare ai rilevati, durante la costruzione, le maggiori dimensioni richieste dall'assestamento naturale delle terre. Le scarpate saranno spianate e battute e i lavori di profilatura dovranno avvenire con asporto anziché con riporto di materie.

All'atto del collaudo i rilevati eseguiti dovranno avere la sagoma e le dimensioni prescritte dai disegni progettuali.

Qualora la costruzione del rilevato dovesse venire sospesa, l'Appaltatore dovrà provvedere a sistemarlo regolarmente in modo da fare defluire facilmente le acque piovane; alla ripresa dei lavori dovranno essere praticati, nel rilevato stesso, appositi tagli a gradini, per il collegamento delle nuove materie con quelle già posate.

3.5 STABILIZZAZIONE DELLE TERRE

In corso d'opera il controllo del dosaggio in calce viene effettuato valutando la quantità in peso di legante raccolta entro teli di superficie nota, stesi sull'area da trattare, nonché verificando mediante aste metalliche lo spessore dello strato

interessato dal trattamento. La verifica del dosaggio deve essere effettuata per ciascuno strato nella misura di una presa per ogni 300 m³ di miscela.

La bontà della miscelazione e la dimensione massima della zolle è valutata mediante setacciatura a secco, mentre l'omogenea ripartizione del legante nella massa trattata mediante l'esame della colorazione delle miscele e, eventualmente, mediante misure di pH su campioni prelevati nella massa dello strato, a differenti profondità.

Le misure di pH per il controllo del dosaggio in calce sono effettuate con frequenza di una prova ogni 1.000 m³ di materiale trattato.

L'ubicazione dei prelievi e delle prove è scelta a giudizio della Direzione dei Lavori.

Il controllo del costipamento degli strati finiti è realizzato mediante misure di densità sia per gli strati di rilevato sia per quelli di sottofondo. Sugli strati finiti possono essere effettuati a discrezione della Direzione dei Lavori prove con piastra per valutare il modulo di deformazione Md. In tale caso, i valori di riferimento debbono essere quelli stabiliti nel corso delle prove preliminari di campo, tenuto conto della destinazione dello strato e della stagionatura (età) delle miscele.

3.6 SCAVO PER IMPIANTO E FONDAZIONE DI OPERE D'ARTE

Verranno computati i volumi dei solidi aventi per base inferiore quella degli scavi di fondazione prescritti e per altezza il dislivello medio fra il piano di fondazione ed il terreno naturale, tenendo conto che detti scavi saranno valutati sempre come eseguiti a parete verticale, ritenendo sia già compreso e compensato col prezzo unitario ogni maggiore scavo e qualunque armatura e puntellazione occorrente, fatti salvi precisi ordini del Direttore dei Lavori e quanto specificato nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento.

3.7 CONGLOMERATI CEMENTIZI SEMPLICI ED ARMATI, MURATURE E DEMOLIZIONI

Saranno pagati a metro cubo e misurati in opera con metodi geometrici in base alle dimensioni effettivamente riscontrate, esclusi i vuoti e gli intonaci. Nel caso di dimensioni eccedenti a quelle prescritte od ordinate dal Direttore dei Lavori, ogni eccedenza non verrà pagata.

Per la demolizione si misurerà di norma il volume effettivo delle strutture demolite deducendovi ogni qualsiasi vano. Nei prezzi sono pure compresi tutti gli eventuali oneri per i getti e le demolizioni fatti in presenza di acqua.

Onde accertare che la resistenza caratteristica R_{ck} non sia inferiore a quella della categoria di calcestruzzo prescritta o richiesta verrà effettuato il controllo di qualità del conglomerato tramite il controllo di accettazione. Sino ad opere strutturali che richiedono l'impiego di quantitativi minori di 1500 mc si effettuerà il controllo sotto riportato (tipo A norme tecniche DM 17/01/2018 e s.m.i.). Per quantitativi superiori a 1500 mc si dovrà effettuare il controllo di tipo statistico (tipo B norme tecniche DM 17/01/2018 e s.m.i.).

Il controllo di accettazione è rappresentato da un minimo di 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.

Se risultano R₁, R₂, R₃ le tre resistenze di prelievo con R₁ ≤ R₂ ≤ R₃ il controllo è positivo ed il quantitativo di conglomerato accettato se risultano verificate entrambe le disuguaglianze:

$$R_m \geq R_{ck} + 35 \text{ kg/cm}^2$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 35 \text{ kg/cm}^2$$

in cui:

$$R_m = (R_1 + R_2 + R_3) / 3$$

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 del prelievo giornaliero.

Un prelievo consiste nel prelevare, al momento della posa in opera nei casseri, 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.

L'Appaltatore è responsabile del confezionamento e della conservazione dei provini cubici che dovrà avvenire secondo le norme vigenti e le disposizioni di volta in volta impartite dal Direttore dei Lavori.

Se una prescrizione del controllo di accettazione non risulta rispettata l'Appaltatore a proprie cure e spese dovrà far eseguire un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme, sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari ove esistessero, o con prelievo di provini del calcestruzzo indurito messo in opera (esempio: carotaggi) o con l'impiego di altri mezzi d'indagine.

Le relazioni dei controlli e delle verifiche eseguite da persona qualificata dovranno essere presentate al Direttore dei Lavori. Qualora non potessero essere eseguiti i controlli o le verifiche sopra indicate o se i risultati di tali indagini non dovessero fornire sufficienti garanzie di sicurezza, l'opera dovrà essere demolita oppure l'Appaltatore a proprie cure e spese dovrà proporre al Direttore dei Lavori, per l'approvazione, un progetto redatto da professionista abilitato di tutte le opere e lavori di consolidamento necessari per ripristinare tutte le condizioni di sicurezza e stabilità durante l'esercizio dell'opera e assicurare pertanto la collaudabilità della stessa.

Comunque qualora l'opera, in base agli esiti dei controlli e delle verifiche effettuate ed al termine degli eventuali lavori di consolidamento approvati, fosse accettata dal Direttore dei Lavori malgrado le prescrizioni del controllo di accettazione non rispettate, l'opera stessa sarà dequalificata e la quantità di calcestruzzo omogeneo che non rispetta le prescrizioni del controllo di accettazione sarà pagata con il prezzo della classe di calcestruzzo contraddistinta dal valore di resistenza caratteristica R_{ck} immediatamente inferiore a quella rilevata nel controllo di accettazione, assunta pari al minimo dei seguenti due valori:

$$R_{ck} = R_m - 3,5 \text{ (MPa)};$$

$$R_{ck} = R_1 + 3,5 \text{ (MPa)}.$$

Nel caso venisse impiegato il controllo tipo B, la resistenza caratteristica R_{ck} da assumere

e pari al minimo dei seguenti due valori:

$$R_{ck} = R_m - 1,4 s \text{ (MPa)} \text{ s: scarto quadratico medio};$$

$$R_{ck} = R_1 + 3,5 \text{ (MPa)}.$$

Non saranno comunque accettati e contabilizzati calcestruzzi per opere in c.a. aventi

$$R_{ck} < 15 \text{ (Mpa)}.$$

Il Direttore dei Lavori potrà far eseguire verifiche di resistenza su provini a 3 e a 7 giorni di stagionatura al fine di poter valutare la possibile resistenza caratteristica a 28 giorni di stagionatura (R_{ck}).

In linea di massima i controlli in corso di lavorazione saranno i seguenti:

controllo dell'acqua contenuta nel calcestruzzo e della lavorabilità dello stesso con la prova del consistometro;

controllo della categoria del calcestruzzo e del tipo di cemento mediante provini in cubetti da provare a compressione;

controllo, prima della messa in opera, delle tensioni di snervamento (f_y o $f(0,2)$) e rottura (f_t), degli allungamenti percentuali, del comportamento a piegamento degli acciai per calcestruzzi armati mediante prelievi di campioni da sottoporre a prove di laboratorio.

3.8 RIVESTIMENTO DELLE SCARPATE CON SCOGLIERE

Verrà misurata, purché prevista negli elaborati di progetto o espressamente ordinata dal Direttore dei Lavori, la superficie in pianta del rivestimento.

3.9 DIAFRAMMI

Verrà misurata, purché prevista negli elaborati di progetto o espressamente ordinata dal Direttore dei Lavori, la superficie effettiva di ogni singola lavorazione o struttura.

3.10 IMPALCATI DA PONTE

Verrà misurata, purché prevista negli elaborati di progetto o espressamente ordinata dal Direttore dei Lavori, la superficie effettiva della soletta finita misurata all'asse degli appoggi.

3.11 INTONACI, MURATURE FACCIA A VISTA, RIVESTIMENTI DI SCARPATE, SELCIATI, PAVIMENTAZIONI

Verrà misurata, purché prevista negli elaborati di progetto o espressamente ordinata dal Direttore dei Lavori, la superficie effettiva di ogni singola lavorazione o struttura, sia essa piana oppure curva, dedotto ogni vano di superficie superiore ad 1 m².

3.12 TUBI DI CEMENTO O DI PLASTICA E CANALI DI CEMENTO

Verrà misurata la lunghezza effettiva che essi avranno in opera, misurata lungo il loro asse.

3.13 ACCIAIO, GHISA ED ALTRI METALLI

Di norma per qualsiasi struttura verrà computato il peso effettivo delle strutture finite, desunto dagli elaborati di progetto, da manuali o da pesature su pese pubbliche, effettuate a cura e spese dell'Appaltatore.

3.14 MATERIALI DA FORNIRSI PER LAVORI IN ECONOMIA

Si contabilizzeranno le rispettive quantità effettive consegnate a piè d'opera od ove venga ordinato dal Direttore dei Lavori.

3.15 CIGLIATURA

Formata da file di zolle larghe m 0,2 cadauna di cui una sul margine della banchina e l'altra sul bordo superiore della scarpata; verrà misurata la lunghezza effettiva sull'asse in opera.

3.16 MISTO GRANULARE STABILIZZATO E MISTO CEMENTATO

Sarà computato a metro cubo compattato o a metro quadrato, tenuto conto che lo spessore compresso del materiale in opera dovrà essere non inferiore a quello prescritto. Per spessori inferiori a quello prescritto il prezzo sarà ridotto della corrispondente percentuale.

Prima della stesa del misto bitumato dovranno essere sempre misurati gli spessori della massicciata finita.

Il misto granulare da fornirsi per piccoli lavori, raccordi, accessi, sopralzi, ecc. sarà misurato direttamente sugli autocarri, col metodo geometrico prima dello scarico a piè d'opera come verrà stabilito dal Direttore dei Lavori.

Nel caso in cui la misura del misto granulare venisse effettuata direttamente sugli autocarri, l'Appaltatore dovrà fornire, per ogni trasporto, una bolletta di consegna del materiale sulla quale dovrà risultare il numero della targa dell'autocarro e del rimorchio e le misure dei cassoni (lunghezza, larghezza ed altezza). L'altezza del materiale, spianato a cure e spese dell'Appaltatore, verrà misurata dall'incaricato dal Direttore dei Lavori in presenza del rappresentante dell'Appaltatore prima dello scarico. Non verrà tenuto conto di eventuali cali di materiali avvenuti durante i vari trasporti. Tali bollette dovranno essere firmate da un rappresentante dell'Appaltatore e dall'incaricato del Direttore dei Lavori alla sorveglianza dei lavori stessi.

Il misto granulare, anziché sugli autocarri, potrà essere misurato, a discrezione del Direttore dei Lavori, dopo la sua posa in opera e la sua rullatura, in quest'ultima ipotesi il volume che si andrà a misurare sarà aumentato del 20% per tenere conto del calo dovuto alla rullatura.

Le prove previste sicuramente come obbligatorie prima della stesa di un nuovo strato sono quelle di piastra.

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.

Il prelievo del misto cementato fresco deve avvenire in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni vengono eseguiti i controlli della percentuale di cemento, della distribuzione granulometrica dell'aggregato, della resistenza a compressione, della resistenza a trazione indiretta.

I valori misurati in sede di controllo devono essere conformi a quelli dichiarati nella documentazione presentata prima dell'inizio dei lavori.

Sullo strato finito vengono eseguiti i controlli dello spessore, della densità in sito e della portanza.

Lo spessore dello strato viene determinato, per ogni tratto omogeneo di stesa, calcolando la media delle misure (quattro per ogni punto controllato) rilevate da saggi ovvero da fori di carote (quando l'estrazione risulta possibile), assumendo per i valori con spessore in eccesso di oltre il 5%, rispetto a quello di progetto, valori corrispondenti allo spessore di progetto moltiplicato per 1,05.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione percentuale al prezzo di elenco dello strato di base pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = s + 0,1 s^2$$

dove s è lo scostamento in percentuale dal valore di progetto.

Nei casi in cui il valore di s risulta superiore a 20 (carenza di spessore superiore al 20%) si procede alla rimozione dello strato e alla successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

A compattazione ultimata la densità in sito, nel 95% dei prelievi, non deve essere inferiore al 98% della massa volumica massima del secco ottenuta in laboratorio con la prova Proctor Standard secondo la Norma UNI EN 13286-2. Per valori di densità inferiori a quello previsto viene applicata, per tutto il tratto omogeneo a cui il valore si riferisce, una detrazione pari a:

$$\% \text{ di detrazione} = 2 (s - 2)^2$$

dove s è lo scostamento percentuale della densità in sito (γ_s) rispetto a quella di laboratorio ($\gamma_{s \text{ ottimo}}$) valutato con:

$$s = 100 (0,98\gamma_{s \text{ ottimo}} - \gamma_s) / 0,98\gamma_{s \text{ ottimo}}$$

Valori della densità inferiori al 95% del valore di riferimento comportano la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa, salvo il danno per il mancato esercizio dell'infrastruttura.

Le penali in precedenza indicate sono cumulabili e non escludono ulteriori detrazioni per difetto dei materiali costituenti, della miscela utilizzata rispetto a quella proposta dall'Impresa e/o della sua posa in opera, sempre che le carenze riscontrate rientrino nei limiti di accettabilità e non pregiudichino la funzionalità dell'opera.

3.17 CONGLOMERATI BITUMINOSI

I conglomerati bituminosi saranno computati a peso (t) qualora il materiale venga impiegato per risagomare un piano esistente, mentre saranno computati a volume (m³), moltiplicando l'estensione della stesa per il valore degli spessori compressi, qualora l'Appaltatore sia responsabile della costruzione del piano di posa di detti materiali.

Per i materiali computati a peso, tutte le pesature dovranno essere effettuate a spese dell'appaltatore su pese preventivamente autorizzate ed approvate dal Direttore dei Lavori il quale si riserva la facoltà di effettuare tutti i controlli che credesse opportuno su pese pubbliche, sempre a carico dell'appaltatore.

L'appaltatore è tenuto a presentare con congruo anticipo rispetto all'inizio della lavorazione la composizione delle miscele che intende adottare corredata, ove richiesto dal presente Capitolato, dalla documentazione degli studi di ottimizzazione effettuati in laboratorio attraverso i quali si sono ricavate le ricette ottimali delle miscele (mix design) per la definizione dei parametri di controllo.

Controllo sulla qualità e percentuale di bitume

Ai fini dell'applicazione delle detrazioni dovranno essere verificati le caratteristiche del legante relativamente alla Penetrazione, Palla e Anello e Viscosità a 160 °C sul bitume prelevato in impianto con una tolleranza del 10% sui range fissati e la percentuale di legante rilevato mediante estrazione rispetto a quella di progetto/approvata contenuta negli studi di ottimizzazione con una tolleranza di $\pm 0,25\%$.

La percentuale di bitume dovrà essere sempre riferita in peso rispetto alla miscela e potrà essere misurata su carotaggi eseguiti sulla pavimentazione o da conglomerato sciolto prelevato in fase di stesa e sarà determinata in accordo alla norma UNI EN 12697-1 o 39.

Il Direttore dei Lavori potrà applicare la penale anche nel caso una sola delle quattro grandezze di cui sopra risulti fuori dalle tolleranze descritte.

Qualora dall'analisi dei materiali bituminosi una o più grandezze di cui sopra non risulti nei range descritti o venisse accertata una carenza od eccesso di bitume, sempre che l'opera sia accettabile, sarà applicata una penale pari al 10% del prezzo unitario per la fornitura a cui il bitume si riferisce.

La verifica della composizione del conglomerato andrà effettuata mediante estrazione del legante con ignizione o sistemi a solvente dalla quale verrà ricavata la granulometria e la percentuale di legante, prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o dietro finitrice.

Controllo sulla granulometria e sulla resistenza meccanica degli inerti

Qualora dall'analisi dei materiali bituminosi risultasse una curva granulometrica discontinua o non compresa tra i limiti prescritti, sempre che l'opera sia accettabile, sarà applicata una penale pari al 2% del prezzo unitario per ogni assortimento passante ai vari setacci o crivelli al di fuori dei limiti del fuso granulometrico di riferimento.

Nel caso particolare in cui sia richiesto lo studio di ottimizzazione in base ad una curva granulometrica ben precisa dichiarata dall'appaltatore, le detrazioni non sono applicate se la formula d'impasto utilizzata è compresa entro le seguenti tolleranze di lavorazione:

aggregato grosso, trattenuto al setaccio UNI 2 mm, % in peso ± 5

aggregato fine, passante al setaccio UNI 2 mm, % in peso ± 2

additivo minerale, passante al setaccio UNI 0,075 mm, % in peso $\pm 1,5$

Per le caratteristiche di resistenza meccanica degli aggregati grossi potrà essere accettata una variazione fino al 10% in più del valore di accettazione del coefficiente Los Angeles. Per questi valori, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per impiego di materiali di categoria inferiore, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D = P \times 10 \times (LA\% - B\%)$$

Essendo

D = detrazione

P = prezzo offerto

B% = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di base 25 %

Strato di collegamento 22 %

Strato d'usura 20 %

Strato d'usura antiskid 17 %

LA% = coefficiente Los Angeles determinato in laboratorio e i cui limiti di accettazione sono

indicati nella tabella seguente:

Strato di base	27,5 %
Strato di collegamento	24,5 %
Strato d'usura	22,5 %
Strato d'usura antiskid	19,5 %

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Appaltatore.

Controllo sulla resistenza meccanica delle miscele

Per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza meccanica dei conglomerati, verrà presa in considerazione soprattutto la stabilità Marshall ricavata dalle prove di controllo effettuate; per tali valori di stabilità, potrà essere accettata una variazione in meno fino al 10% dei rispettivi valori di accettazione.

Per questi valori, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore durata della pavimentazione, che verrà determinata con la seguente relazione:

$$D = P \times (C - St. Marshall) / 5$$

Essendo

D = detrazione

P = prezzo offerto

C = coefficiente che assume i seguenti valori

Strato di base	9 KN
Strato di collegamento	11 KN
Strato d'usura	12 KN

St. Marshall = valore della stabilità di Marshall determinata in laboratorio e i cui limiti minimi di accettazione sono indicati nella seguente tabella:

Strato di base	8,1 KN
Strato di collegamento	10,9 KN
Strato d'usura	10,8 KN

I materiali che sulla base dei controlli in corso d'opera superino i limiti indicati nella tabella

precedente, anche se definitivamente posti in opera, dovranno essere completamente rimossi e sostituiti con altri di caratteristiche accettabili, a totale onere dell'Appaltatore.

Controllo sugli spessori degli strati della pavimentazione

I materiali computati a misura o a corpo dovranno avere, in ogni punto della massicciata, uno spessore compresso in opera non inferiore a quello prescritto.

Per la verifica di tale spessore sono previsti assaggi sulla pavimentazione eseguiti mediante carotaggi. Qualora si riscontrassero in alcuni tratti della strada delle carenze negli spessori, dette carenze non saranno mediate o compensate con eventuali maggiori spessori messi in opera su altri tratti della massicciata.

La misura di spessore, valutato con riferimento alla norma UNI EN 12697-36, sarà basato su carote di diametro compreso tra 100 e 200 mm. Per ciascuna carota sarà valutato lo spessore medio SM da confrontare con lo spessore di progetto.

Non è ammessa una carenza negli spessori compressi superiore al 20% dei valori prescritti pertanto, qualora si riscontrassero tratti di opere in materiale bituminoso con spessori compressi inferiori a 80% dello spessore prescritto, detti lavori non saranno accettati e contabilizzati e l'appaltatore dovrà eseguire su detti tratti un nuovo strato dello spessore minimo prescritto senza alterare l'andamento altimetrico della massicciata.

Nei tratti in cui invece si riscontrassero spessori compressi compresi tra l'80% e il 100% dei valori minimi prescritti sarà applicata la detrazione per spessori in difetto con le tolleranze di seguito indicate:

strati di usura (tappeto): tolleranza 5%

strato di collegamento (binder): tolleranza 7%

strato di base (mista bitumata): tolleranza 10%

a discrezione del Direttore dei Lavori potrà essere valutato lo spessore totale, in tal caso la tolleranza massima applicata sarà pari a 7%.

La detrazione sarà calcolata nel seguente modo:

$$DP(\%) = 100 \times (SP - SM) / SP$$

$$D(€) = (DP - T) / 100 \times 3 \times PR \times A$$

dove:

DP(%) = differenza percentuale tra lo spessore di progetto e quello rilevato

SP = spessore di progetto (mm)

SM = spessore medio della singola carota (mm)

T = tolleranza (%)

PR = prezzo unitario (€/m²)

A = area di influenza della carota (valutata moltiplicando l'interasse della carote per la larghezza dell'intervento)

D(€) = valore da detrarre

Controllo sulla qualità della compattazione delle miscele

Le verifiche potranno essere fatte anche in corso d'opera con possibilità di richiesta da parte del Direttore dei Lavori di variazione del sistema di compattazione.

Per le caratteristiche di compattezza degli strati finiti potrà essere tollerata una variazione del volume percentuale dei vuoti residui fino al 20% dei rispettivi valori massimi di accettazione.

Per valori eccedenti il campo di accettazione, la relativa penalizzazione consisterà nella detrazione, per minore quantità di materiale posto in opera, determinata dalla seguente relazione:

$$D = P \times 5 \times |V\% - D\%|$$

Essendo

D = detrazione

P = prezzo offerto

V% = volume dei vuoti determinato in laboratorio; esso a seconda dello strato considerato assume i seguenti valori massimi di riferimento

Strato di base	8,4 %
----------------	-------

Strato di collegamento	8,2 %
------------------------	-------

Strato d'usura	8,2 %
----------------	-------

D% = coefficiente che assume i seguenti valori:

Strato di base	7 %
----------------	-----

Strato di collegamento	6 %
------------------------	-----

Strato d'usura	6 %
----------------	-----

Controllo sull'aderenza

I controlli sull'aderenza (altezza di sabbia HS e resistenza di attrito radente BPN con l'apparecchio portatile a pendolo) potranno essere effettuati per il manto d'usura "antiskid" in un periodo variabile tra il 15° ed il 180° giorno dalla data di ultimazione dei lavori.

L'altezza di sabbia HS intesa come macrorugosità superficiale misurata mediante il misuratore "mini texture meter", avrà il valore da assumere come riferimento come la media dei quattro valori ottenuti misurando quattro strisciate longitudinali, distanziate in senso trasversale di 50 cm preferibilmente ubicate nelle zone più battute dalle ruote. Siccome lo strumento fornisce valori di tessitura media ogni 10 m ed ogni 50 m di strisciata longitudinale, ai fini del controllo dovrà risultare in accordo con le prescrizioni la media dei quattro valori medi restituiti ogni 50 m in ogni strisciata.

In alternativa a questo metodo per la modalità di prova di HS si potrà far riferimento a quanto contenuto nel B.U. del CNR n°94 del 15/10/1983.

La HS dovrà essere rilevata almeno per il 10% di strada ricoperta da nuovi strati bituminosi dove, a giudizio del Direttore dei Lavori, la tessitura e/o la rugosità risultasse non sufficiente o dubbia.

Insieme ovvero in alternativa alle misurazioni dell'altezza di sabbia il Direttore dei Lavori potrà decidere di far eseguire la misurazione della resistenza di attrito radente con l'apparecchio portatile a pendolo nelle modalità descritte dalla norma EN 13036-4.

Saranno ammesse tolleranze del 5% sui valori dei parametri indicati nel presente Capitolato.

Per valori minori di quelli previsti compresi tra il 5 ed il 40% si effettueranno detrazioni al prezzo da pagare del 1% per ogni punto percentuale che esce dal limite e per tutto lo strato posato oggetto della verifica. Per carenze superiori del 40% il lavoro non potrà essere accettato. L'Appaltatore in questi casi sarà obbligato a procedere a parziale fresatura e ricostruzione dello strato di rotolamento in questione.

Controllo sulla planarità

Al termine dei lavori su ogni tronco potrà essere effettuata la misura puntuale della regolarità (planarità) superficiale con asta rettilinea di 4 m in vari punti. Qualora si riscontrassero scostamenti medi superiori a 20 mm, l'Appaltatore dovrà eseguire su detti tratti un nuovo strato dello spessore minimo necessario per una efficace risagomatura.

Se gli scostamenti fossero compresi tra 4 e 20 mm verrà effettuata una detrazione del 10% al prezzo da pagare per l'intero conglomerato posato sul tratto suddetto.

3.18 SCARIFICA E FRESATURA

La fresatura e l'eventuale scarifica che si rendesse necessaria in qualche tratto, qualora non fossero già computata in altro modo, saranno valutate a superficie. In particolare la fresatura dovrà essere rapportata allo spessore pertanto e previsto un compenso al metro quadrato per ogni centimetro di spessore fresato.

3.19 CORDOLI

I cordoli in calcestruzzo di aiuole, isole direzionali od altro verranno computati a metro lineare in opera, misurando il perimetro esterno.

3.20 MANTO IMPERMEABILIZZANTE

Sarà computato a metro quadrato senza tener conto delle parti sormontanti e delle giunte.

3.21 SEGNALETICA VERTICALE

Tutti i segnali dovranno essere conformi ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n. 495 e successive modificazioni, nonché al D.M. LL.PP. 31.03.1995 (Disciplinare tecnico sulle modalità di determinazione dei livelli di qualità delle pellicole retroriflettenti).

Il Direttore dei Lavori si riserva la facoltà, a spese della Stazione Appaltante, di fare eseguire prove presso Istituti specializzati allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati, mentre l'Appaltatore, a propria cura e spese, dovrà mettere a disposizione i relativi materiali.

L'Appaltatore dovrà presentare campioni rappresentativi dei segnali e a garanzia della conformità dei campioni stessi e di quelli successivamente posti in opera alle norme prescritte.

In caso di non accettazione l'Appaltatore dovrà presentare nuova campionatura dei prodotti con relativa dichiarazione impegnativa.

L'Appaltatore prima dell'inizio della posa della segnaletica dovrà consegnare al Direttore dei Lavori i seguenti documenti:

dichiarazione di essere in possesso del "Certificato di Conformità di Prodotto" della ditta produttrice della segnaletica, previsto dalle circolari del Ministro LL.PP. n. 3652 del 17.06.1998 e n. 1344 dell'11.03.1999 relativamente alla segnaletica stradale verticale, complementare e per i passaggi a livello;

dichiarazione di conformità, a cura della ditta produttrice della segnaletica, dei prodotti forniti, qualora non previsti nella Circolare Ministero LL.PP. n. 3652 del 17.06.1998, alle prescrizioni contenute nel presente Capitolato Speciale d'Appalto ed ai criteri che assicurano la qualità della fabbricazione ai sensi delle norme UNI EN ISO 9002; tale dichiarazione sarà rilasciata dal legale rappresentante della ditta produttrice dei segnali ai sensi della norma UNI EN 45014 (secondo quanto stabilito dalla Circolare Ministero LL.PP. n. 2357 del 16.05.1996);

dichiarazione di essere in possesso dei "Certificati di Conformità", attestanti la conformità delle pellicole proposte, ai requisiti previsti dal Disciplinare Tecnico approvato con D.M. LL.PP. 31.03.1995;

dichiarazione di essere in possesso delle Certificazioni di Qualità rilasciate da organismi accreditati, sulla base delle norme della serie UNI EN 29000 (ISO 9.000), al produttore delle pellicole rifrangenti proposte.

Ciascun documento dovrà chiaramente riportare il nome specifico del prodotto.

3.22 SEGNALETICA ORIZZONTALE

Per la misurazione della segnaletica orizzontale, linee di corsia e zebra, verrà computata la sola superficie verniciata. Per quanto riguarda le lettere l'area sarà valutata al metro quadrato misurando la superficie del parallelogramma ortogonale che circonda ogni singola lettera.

Durante i controlli in corso d'opera relativi alla quantità di vernice spruzzata sono ammesse tolleranze sino al 5% rispetto ai minimi prescritti nel presente capitolato. Qualora da controlli effettuati durante la stesa della vernice oppure al termine di una certa quantità di lavoro eseguito, tenendo conto del peso della vernice impiegata e della superficie coperta con detta vernice, si riscontrasse una carenza nel peso della vernice stesa per unità di superficie superiore al 5% e inferiore al 15% dei valori minimi prescritti sarà dedotto dal prezzo base il valore del materiale non fornito ed inoltre sarà effettuata una ulteriore riduzione, per la minore consistenza e resistenza dello strato posto in opera, uguale al doppio del valore del materiale non fornito. Non è ammessa una carenza nella quantità in peso per unità di superficie superiore al 15% dei valori minimi prescritti. Pertanto qualora si riscontrassero delle carenze in peso superiori al 15% dei valori minimi prescritti detti lavori non saranno accettati e contabilizzati e la loro accettazione e loro contabilizzazione potrà avvenire solo dopo che l'Appaltatore avrà eseguito, a sua cura e spese su detti tratti, un nuovo strato avente un peso per unità di superficie pari al doppio della carenza riscontrata.

3.23 IMPIANTI ELETTRICI

Prove e collaudi

Sono a carico l'Appaltatore tutte le spese per le prove che il Direttore dei Lavori ritenesse di far eseguire per i seguenti collaudi:

collaudo di fabbrica

collaudo in corso d'opera

collaudo provvisorio

collaudo definitivo

compresa la fornitura degli strumenti, delle attrezzature e lo smontaggio e rimontaggio delle apparecchiature e delle parti d'impianto installato per effettuare prove e verifiche.

L'Appaltatore dovrà impegnarsi a mettere a disposizione del Direttore dei Lavori tutta la strumentazione necessaria per i collaudi e non potrà pretendere alcun riconoscimento degli oneri sostenuti.

Dovrà comunque essere possibile eseguire qualsiasi prova che il Direttore dei Lavori ritenga utile al fine di accertare il buon funzionamento e le caratteristiche generali dei prodotti in conformità alle prescrizioni e norme stabilite in contratto.

Collaudo di fabbrica

Verranno eseguite dal Direttore dei Lavori tutte le prove meccaniche ed elettriche atte a verificare la rispondenza della fornitura alle caratteristiche richieste nel presente Capitolato (o garantite qualora si tratti di caratteristiche migliori rispetto a quanto richiesto) per apparecchiature e loro assiemi facenti parte dell'opera in oggetto.

Collaudo in corso d'opera

Saranno eseguite in corso d'opera tutte le prove e verifiche riguardanti la fornitura di materiali e la loro posa in opera che il Direttore dei Lavori riterrà di richiedere

In ogni caso si potranno eseguire le seguenti verifiche:

lo stato di isolamento dei circuiti;

la continuità elettrica dei circuiti;

il grado di isolamento e le sezioni dei conduttori;

l'efficienza dei comandi e delle protezioni;

il corretto funzionamento degli apparecchi utilizzatori.

Collaudo provvisorio

Dovrà accertare, mediante prove di funzionamento, che le apparecchiature non presentino difetti manifesti e che l'impianto stesso sia in perfette condizioni di funzionamento e sia in grado di garantire tutte le funzioni previste ed in particolare:

che il sistema, per quantità, qualità e costruzione sia rispondente al progetto;

che sia stato osservato quanto specificato nel presente Capitolato;

che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano conformi ai campioni presentati;

il perfetto funzionamento degli impianti, nell'insieme e nelle singole parti, a tal fine potranno essere effettuate le seguenti prove e verifiche:

verifica del percorso dei cavi e dei tubi portacavi;

prova della inaccessibilità delle parti sotto tensione e delle protezioni, secondo norme CEI;

prova di sfilabilità dei conduttori entro i tubi;

verifica di tutte le raccorderie e cassette montate che non dovranno risultare danneggiate o mancanti di coperchi, guarnizioni, viti e bulloni di serraggio;

verifica della dislocazione delle armature illuminanti e di tutte le apparecchiature in genere, nonché di tutti i collegamenti, compresi quelli di messa a terra;

verifica della buona esecuzione dei giunti, delle derivazioni e dei terminali dei conduttori elettrici e delle connessioni alle apparecchiature in genere;

controllo dell'isolamento elettrico dei quadri, cavi di alimentazione, circuiti derivati e di tutte le apparecchiature in genere;

misura della resistenza dell'impianto di messa a terra ed eventuali misure delle tensioni di passo e di contatto ed in particolare, verifica delle sezioni dei conduttori di terra;

prove di tensione sull'impianto intero o su sezioni dello stesso, intese a stabilire che non provochino scariche tra le parti in tensioni e fra queste e la massa;

verifica della ripartizione dei carichi monofasi sui quadri in bassa tensione di distribuzione e manovra;

verifica del funzionamento di tutti gli organi elettrici e meccanici dei quadri di distribuzione e verifica delle regolazioni dei relè, degli interruttori e dei contattori;

verifica del funzionamento di tutti gli apparecchi di segnalazione, controllo ed allarme dislocati sui quadri e sull'impianto;

verifica dei comandi e delle protezioni nelle condizioni, se possibile, del massimo carico previsto;

verifica delle cadute massime di tensione all'estremità di ciascuna linea di distribuzione con controllo delle sezioni sottoponendo per quanto possibile l'impianto a carichi corrispondenti a quelli nominali;

verifica del valore di rifasamento degli impianti;

verifica delle resistenze di isolamento delle linee;

verifica in genere della corrispondenza degli impianti elettrici al contratto, alle norme CEI e norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.

I collaudi provvisori consentiranno, nel caso di esito favorevole, l'inizio del funzionamento degli impianti.

Ad ultimazione dei collaudi si potrà procedere alla consegna degli impianti con verbale firmato dalle parti.

Collaudo definitivo

Verrà effettuato da tecnici appositamente incaricati e dovrà accertare la rispondenza completa degli impianti alle disposizioni di legge, alle norme tecniche applicabili ed a tutto quanto specificato nel progetto e nel presente Capitolato.

Ciò sia nei confronti dell'efficienza delle singole parti costruttive che della loro installazione eseguiti a regola d'arte.

Nei collaudi definitivi si eseguiranno, oltre a tutte le misurazioni e prove già effettuate nel collaudo provvisorio, le verifiche necessarie ad accertare l'avvenuta eliminazione di tutti gli eventuali inconvenienti riscontrati nei collaudi precedenti o durante l'esercizio, nonché la rispondenza degli impianti a quelle prestazioni garantite ma non rilevabili in sede di collaudo provvisorio.

3.24 BARRIERE STRADALI E DISPOSITIVI DI RITENUTA

Saranno contabilizzate al metro lineare assumendo come lunghezza la proiezione sul piano orizzontale del nastro e dei relativi terminali.

Si precisa che la voce di prezzo comprende sia elementi rettilinei, sia curvilinei, nonché i pezzi speciali, i terminali, i raccordi tra diversi tipi di barriere, i dispositivi rifrangenti, gli accessori e la bulloneria varia. Per le barriere che necessitano di fondazione, sono compresi anche l'onere della formazione dei fori nelle opere di fondazione e del fissaggio dei sostegni con resina per carichi strutturali, marcata CE secondo la Norma Europea ETA, in alternativa con malta cementizia.

Prima dell'installazione l'Appaltatore dovrà presentare al Direttore dei Lavori per la loro approvazione un esemplare originale o copia autentica della certificazione completa delle prove di impatto dal vero (crash-test) eseguita presso uno degli istituti autorizzati alle prove e le risultanze delle stesse, tali da definire la rispondenza delle caratteristiche tecniche e prestazionali della barriera alle indicazioni di progetto in riferimento alle classi specificate all'art. 6 nelle Istruzioni allegate al D.M. 2367/2004 e con i livelli di contenimento specificati nel prospetto B.1 delle norme UNI EN 1317-1.

In particolare per ogni tipologia di dispositivo di ritenuta impiegato dovrà essere presentata:

Dichiarazione di Prestazione (DoP) per ogni tipologia di dispositivo di sicurezza secondo le prescrizioni della EN 1317-5;

Certificato di Conformità CE redatto da Enti di Certificazione;

Certificazione di conformità dei materiali impiegati;

Schemi di rintracciabilità dei materiali impiegati;

Attestato di conformità della qualità dei materiali impiegati;

Dichiarazione del processo di zincatura ai sensi della norma UNI EN ISO 1461-2009;

Dichiarazione di conformità delle saldature ai sensi della norma UNI EN ISO 3834-2:2006;

Distinte dei materiali prodotti;

Rapporto di Prova;

Manuale di Installazione;

Manuale di Manutenzione;

Documento di Trasporto.

Al termine dell'installazione dovrà essere redatto il "Certificato di corretta posa in opera", ai sensi dell'art. 5 delle Istruzioni Tecniche del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004, a seguito di una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e dal committente, nella persona del Direttore Lavori.

La verifica riguarderà in particolare:

la configurazione dell'installazione del dispositivo rispetto a quella indicata negli elaborati progettuali e nei Rapporti di Prova;

il corretto posizionamento del dispositivo rispetto al ciglio stradale e/o linea di mezzzeria e secondo le altezze riportate nei Rapporti di Prova;

le coppie di serraggio dei bulloni.

Per i controlli sui serraggi sarà utilizzata una chiave dinamometrica con certificato di taratura. L'Appaltatore dovrà effettuare, alla presenza del Direttore dei Lavori, delle verifiche sulla coppia di serraggio. Tali coppie sono indicate nei rapporti di prova e/o Manuali di installazione.

La frequenza di prova, sarà almeno al 20% del numero totale dei bulloni posti in opera, per ciascuna tipologia.

La scelta dei bulloni, oggetto di controllo, sarà a totale discrezione del Direttore dei Lavori.

E' opportuno evitare di eseguire i controlli durante le ore più calde (o più fredde) della giornata che potrebbero indurre delle riduzioni apparenti, dovute a fenomeni termici, dell'ordine del $\pm 5\%$.

Nel caso la verifica del serraggio dei bulloni non dia esito positivo, si dovrà procedere nel modo che segue:

nel caso di un bullone non soddisfi i valori di serraggio, verranno controllati anche i valori di serraggio dell'intero elemento.

Nel caso questi soddisfino i valori, verrà accettato il serraggio;

in caso contrario, se un secondo bullone non soddisfa i valori di serraggio, le verifiche verranno estese a 2 elementi adiacenti. Nel caso questi soddisfano i valori, il serraggio verrà ritenuto idoneo;

in caso contrario, se un terzo bullone non soddisfa i suddetti valori, sarà necessario il serraggio completo di tutto il tratto in esame.

Nel caso di smontaggio e rimozione di barriera esistente, il materiale rimosso resta di proprietà dell'Appaltatore, nel caso in cui il Direttore dei Lavori non ne richieda il reimpiego.

Infine rimane a cura e spese dell'Appaltatore:

il carico e l'eventuale trasporto e smaltimento in discarica autorizzata;

il trasporto fino al magazzino/deposito della Provincia di Cremona nel caso di riutilizzo da parte della Provincia.