



REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA



DIREZIONE CENTRALE INFRASTRUTTURE E TERRITORIO
Servizio porti e navigazione interna

CONSORZIO DI SVILUPPO
ECONOMICO DEL MONFALCONESE

ASFALTATURA - TORRE FARO E IMPIANTI TECNOLOGICI
PRESSO IL FASCIO BINARI VARCO N.2 PORTO DI MONFALCONE

PROGETTO ESECUTIVO

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
dott. Giampaolo Fontana

PROGETTISTA:

SERIN S.r.l.
SERVIZI - INGEGNERIA - INFORMATICA
Via Duino 1/1 - 33100 Udine (UD) - Italia -
Tel. +39 0432 511556
Fax +39 0432 511592
e-mail: info@serinsrl.com



Direttore Tecnico, progettista e integratore delle progettazioni specialistiche:
dott. Ing Andrea Cocetta

Relazione Geologica:
dott. geologo Fulvio Iadarola

Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione:
dott. Ing Andrea Cocetta

Progettazione specialistica:
dott. Ing. Simone Driutti
dott. Ing. Eugenio Zito
dott. ing. Edy Agnolin

Capitolato speciale d'appalto Parte Tecnica

CODICE OPERA:
OP 191

CODICE CUP:
E41H17000060002

ARCHIVIATO:
TECNICO/OPERE/OP191

NUMERO ELABORATO:
ESE-CT

REVISIONE

SCALA
-

0	Emissione	agosto 2017		AC	DIR
REVISIONE	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE PARTE II:**Sommario**

1.	DEMOLIZIONI	8
1.1.	Generalità	8
1.2.	Interventi preliminari	8
1.3.	Idoneità delle opere provvisionali	8
1.4.	Ordine delle demolizioni	8
1.5.	Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta	9
1.6.	Demolizione di murature e fabbricati	9
1.7.	Idrodemolizioni	9
2.	MOVIMENTI TERRA	11
2.1.	Definizioni e classificazioni	11
2.2.	Prescrizioni tecniche particolari	11
2.3.	Scavi di sbancamento	13
2.4.	Scavi di fondazione	14
2.5.	Rinterrì e/o bonifiche	14
2.6.	Rilevati	15
2.6.1.	Generalità	15
2.6.2.	Rilevati stradali	15
2.6.3.	Rilevati rinforzati	17
2.6.4.	Costruzione del rilevato	17
2.7.	Dreni	20
2.8.	Rilevati Speciali Sperimentali	22
2.9.	Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio	22
2.10.	Rilevati con materiali riciclati	25
3.	FORMAZIONE DI BINARIO FERROVIARIO	27
3.1.	PREMESSE	27
3.2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	27
3.3.	FORNITURA DI MATERIALI D'ARMAMENTO – MANIPOLAZIONE	28
3.3.1.	Generalità	28
3.3.2.	Elenco materiali	28
3.3.3.	Rotaie	31
3.3.4.	Traverse in c.a.p.	32
3.3.5.	Piastre e piastroni	32
3.3.6.	Prescrizioni sui materiali d'armamento nuovi per binario corrente	32
3.3.7.	Traverse in legno nuove per binario corrente	32
3.3.8.	Essenze	32
3.3.9.	Prescrizioni sui deviatori	33
3.3.10.	Manipolazione materiali	36
3.4.	FORNITURA DI PIETRISCO	37
3.5.	DEMOLIZIONE DI BINARIO CORRENTE	38
3.6.	DEMOLIZIONE DI SCAMBI ED INTERSEZIONI	38
3.7.	COSTRUZIONE DEL BINARIO	39
3.7.1.	Generalità	39
3.7.2.	Distribuzione delle traverse	40
3.7.3.	Sfalsamento delle testate delle rotaie	40
3.7.4.	Formazione delle giunzioni	41
3.7.5.	Formazione delle giunzioni tra binario e deviatori di armamento diverso:	42
3.7.6.	Scartamento del binario	42
3.7.7.	Sagome della massicciata	42
3.7.8.	Modalità relative ai lavori di costruzione	43
3.7.9.	COSTRUZIONE DEL BINARIO CON CONTROROTAIE	44

3.7.10.	Saldatura delle rotaie.....	44
3.7.11.	Materiali da impiegare e modalità esecutive	44
3.7.12.	Verifiche in opera per accettazione delle saldature	45
3.7.13.	Prove di Laboratorio	46
3.7.14.	Regolazione delle tensioni interne di lunghe rotaie saldate.....	48
3.8.	Caratteristiche costruttive e modalità di posa in opera delle tiranterie a ganci per la manovra dei deviatori	49
3.8.1.	Impiego della tiranteria a ganci	49
3.8.2.	Descrizione della tiranteria	49
3.8.3.	Posa in opera.....	49
3.8.4.	Formazione piano di posa nei rilevati ferroviari	50
3.8.5.	Formazione piano di posa nelle trincee ferroviarie	51
3.8.6.	Formazione del piano di piattaforma del corpo stradale ferroviario.....	54
3.8.7.	Massicciata ferroviaria (ballast).....	54
3.8.8.	Macchinari ed attrezzature	54
3.9.	TRACCIAMENTI.....	55
4.	FORMAZIONE DI CARREGGIATE STRADALI	56
4.1.	Preparazione del sottofondo	56
4.2.	Costipamento del terreno in sito.....	56
4.3.	Modificazione della umidità in sito.....	56
4.4.	Rivestimento e cigliature con zolle e seminagioni	57
4.5.	Strati di fondazione.....	57
4.5.1.	Generalità	57
4.5.2.	Fondazione in pietrame e ciottoloni	57
4.5.3.	Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia	58
4.5.4.	Fondazione in misto granulometricamente stabilizzato eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi	58
4.5.5.	Fondazione in misto cementato confezionato in centrale.....	60
4.5.6.	Fondazione in conglomerato cementizio.....	63
4.6.	Massicciata	65
4.6.1.	Generalità	65
4.6.2.	Cilindratura delle massicciate.....	65
4.6.3.	Massicciata a macadam ordinario.....	67
4.6.4.	Massicciata per il supporto di rivestimento di notevole spessore	67
4.6.5.	Massicciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica	67
4.7.	Opere di completamento	68
4.7.1.	Cordonate in calcestruzzo	68
4.7.2.	Canalette di deflusso dalla strada	68
4.7.3.	Segnaletica ed elementi indicatori	68
5.	FORMAZIONE DI PAVIMENTAZIONI STRADALI	69
5.1.	Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso.....	69
5.2.	Strato di base.....	70
5.2.1.	Generalità	70
5.2.2.	Inerti	70
5.2.3.	Legante.....	70
5.2.4.	Miscela.....	71
5.2.5.	Formazione e confezione delle miscele.....	72
5.2.6.	Posa in opera delle miscele	72
5.3.	Strati di collegamento (binder) e usura	73
5.3.1.	Generalità	73
5.3.2.	Inerti	73
5.3.3.	Legante.....	75
5.3.4.	Miscela.....	75
5.3.5.	Formazione e confezione degli impasti	76
5.3.6.	Attivanti l'adesione.....	76
5.4.	Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura.....	77
5.5.	Trattamenti superficiali	79
5.6.	Generalità	79

5.7.	Trattamento con emulsione a freddo	79
5.8.	Trattamento con bitume a caldo.....	80
5.9.	Trattamento a caldo con bitume liquido	81
5.10.	Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile.....	82
5.11.	Generalità	82
5.12.	Inerti	82
5.13.	Legante.....	82
5.14.	Miscela.....	82
5.15.	Formazione e confezione delle miscele.....	83
5.16.	Posa in opera delle miscele.....	84
5.17.	Microtappeti a freddo.....	84
5.17.1.	Generalità	84
5.17.2.	Inerti	84
5.17.3.	Additivi	84
5.17.4.	Miscela.....	85
5.17.5.	Malta bituminosa	85
5.17.6.	Composizione e dosaggi della miscela	86
5.17.7.	Acqua.....	86
5.17.8.	Confezionamento e posa in opera	86
5.18.	Sovrastrutture in terra stabilizzata.....	87
5.18.1.	Prescrizioni generali	87
5.18.2.	Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento.....	88
5.18.3.	Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso	89
5.19.	Sovrastrutture in pietrame	90
5.19.1.	Lastricati	90
5.19.2.	Acciottolati	90
5.19.3.	Selciati	91
5.19.4.	Pavimentazione in cubetti di pietra	91
6.	TUBAZIONI SCATOLARI AUTOPORTANTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO.....	93
7.	OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO	94
7.1.	Normativa di riferimento	94
7.2.	MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE	95
7.3.	ACCETTAZIONE DELLE MISCELE	99
7.4.	CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE	100
7.5.	TRASPORTO DELLE MISCELE.....	101
7.6.	POSA IN OPERA DELLE MISCELE.....	101
7.7.	STAGIONATURA E PROTEZIONE DEL CALCESTRUZZO	102
7.8.	CONTROLLI	103
7.9.	POSA IN OPERA DELL'ARMATURA METALLICA	107
7.10.	GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	107
7.11.	PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, AMMORSATURE, ONERI VARI	108
7.12.	IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	108
7.13.	Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione	109
8.	COSTRUZIONI IN CARPENTERIA METALLICA.....	110
8.1.	Normativa di riferimento	110
8.2.	Generalità	112
8.3.	Collaudo tecnologico dei materiali	112
8.4.	Controlli in corso di lavorazione	113
8.5.	Montaggio.....	114
8.6.	Verniciature.....	115
9.	DIAFRAMMI E PALANCOLATE.....	118

9.1.	Classificazione e definizioni	118
9.2.	Normative di riferimento	118
9.3.	Prescrizioni tecniche particolari.....	118
9.4.	Prescrizioni ed oneri generali.....	125
9.5.	Controlli di qualità	126
9.6.	Prove di carico	126
10.	MICROPALI.....	131
10.1.	Normativa di riferimento	131
10.2.	Definizione e classificazione	131
10.3.	Soggezioni geotecniche e idrologiche.....	131
10.4.	Prescrizioni ed oneri generali.....	131
10.5.	Tolleranze geometriche.....	132
10.6.	Tracciamento	132
10.7.	Perforazione	132
10.8.	Confezione e posa delle armature	133
10.9.	Formazione del fusto del micropalo	133
10.10.	Controlli e misure.....	135
10.11.	Prove di carico	135
11.	FOGNATURE CON TUBAZIONI IN PVC.....	136
11.1.1.	Normativa di riferimento	136
11.1.2.	Norme generali	136
11.1.3.	Norme specifiche sulle tubazioni.....	136
11.2.	Tubi in PVC.....	137
11.2.1.	Prescrizioni generali	137
11.2.2.	Stoccaggio e movimentazione delle tubazioni	138
11.3.	Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa delle tubazioni	140
11.3.1.	Generalità	140
11.3.2.	Letto di posa	144
11.4.	Modalità di posa in opera dei vari tipi di tubi	148
11.5.	Rinterro delle tubazioni.....	149
11.6.	Allacciamenti alla canalizzazione di fognatura.....	151
11.7.	Collaudo, prove e verifiche varie sulle tubazioni.....	151
11.8.	Ripristini stradali	154
11.9.	Strato di drenaggio	156
12.	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	157
12.1.	Tracciamento e posa in opera della segnaletica orizzontale	157
12.2.	Norme tecniche per la posa in opera della segnaletica orizzontale	157
12.3.	Norme tecniche per la misurazione della segnaletica orizzontale	159
13.	SEGNALETICA VERTICALE.....	160
13.1.	Caratteristiche tecniche per i segnali ed i supporti.	160
13.2.	Progetto segnali di preavviso	161
14.	LINEE ELETTRICHE PER PUBBLICA ILLUMINAZIONE URBANA E STRADALE	161
14.1.	Premessa.....	161
14.2.	Caratteristiche generali.....	161
14.3.	Designazione delle opere da eseguire.....	162
14.4.	Definizioni relative agli impianti elettrici.....	162
14.5.	Requisiti di rispondenza a norme, Leggi e regolamenti.....	162
14.6.	Parti di impianto dismesse o sostituite	163
14.7.	Viabilità nei cantieri.....	163
14.8.	Scavi e rilevati	163
14.9.	Scavi delle trincee per la posa dei cavidotti	164
14.10.	Rinterro dei cavidotti.....	166

14.11.	Tipo di cavi.....	167
14.12.	Modalità di installazione dei cavi.....	169
14.13.	Connessioni.....	169
14.14.	Tubi protettivi, cavidotti e canali.....	170
14.15.	Tipi di tubi protettivi e cavidotti.....	170
14.16.	Pozzetti interrati.....	170
14.17.	Componenti per impianti di illuminazione.....	171
14.18.	Apparecchiature di sezionamento, protezione e comando.....	172
14.18.1.	Apparecchi modulari con modulo normalizzato.....	172
14.18.2.	Sezionatori.....	172
14.18.3.	Interruttori magnetotermici.....	173
14.18.4.	Interruttori differenziali.....	174
14.18.5.	Contenitori per quadri elettrici.....	174
14.18.6.	Quadri elettrici.....	174
14.19.	Sistemi di protezione.....	176
14.20.	Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra.....	177
14.21.	Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti.....	178
14.22.	Verifiche.....	178
14.23.	Verifiche e prove preliminari al collaudo.....	180
14.24.	Norme generali per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo.....	181
15.	LAVORI DI SISTEMAZIONE PEDOLOGICA E VEGETAZIONALE.....	182
15.1.	Materiali per opere di sistemazione vegetazionale.....	182
15.2.	Prescrizioni generali.....	184
15.3.	Pulizia generale del terreno.....	184
15.4.	Lavorazioni preliminari.....	184
15.5.	Correzione, ammendamento, concimazione di fondo, fitofarmaci diserbanti.....	184
15.6.	Tracciamenti e picchettature.....	184
15.7.	Preparazione delle buche e dei fossi.....	184
15.8.	Apporto di terra da coltivo.....	185
15.9.	Preparazione del terreno per i prati.....	185
15.10.	Messa a dimora delle piante.....	185
15.11.	Rimboschimento con specie forestali.....	185
15.12.	Formazione dei prati.....	186
15.13.	Semina di specie erbacee.....	186
15.14.	Semina con fiorume.....	186
15.15.	Semina a paglia e bitume.....	186
15.16.	Semina a strato con terriccio.....	186
15.17.	Idrosemina.....	187
15.18.	Idrosemina a spessore.....	188
15.19.	Idrosemina con matrice di fibre legate.....	188
15.20.	Semina di piante legnose.....	188
15.21.	Formazione dei prati per divisione di rizomi e cespi d'erba.....	189
15.22.	Formazione di prati su suoli nudi privi di terra da coltivo.....	189
15.23.	Messa a dimora delle zolle erbose.....	189
15.24.	Inerbimenti e piantagioni di scarpate e di terreni in pendio.....	189
15.25.	Trapianto dal selvatico di zolle erbose.....	189
15.26.	Trapianto dal selvatico di intere ecocelle.....	190
15.27.	Trapianto di rizomi e di cespi.....	190
15.28.	Protezione delle piante messe a dimora.....	190
15.29.	Manutenzione delle opere.....	190
15.30.	Sfalcio dell'erba e cure colturali.....	191
16.	MATERIALI PARTICOLARI PREVISTI IN PROGETTO.....	192

16.1.	Idraulica	192
16.1.1.	FASERFIX® KS 200.....	192
16.1.2.	FASERFIX® SUPER 300 Tipo 020.....	193
16.1.3.	Disoleatore TIPO KMC-SMA 100-10,0-EN	194
16.2.	TORRE PORTAFARI A CORONA MOBILE	196
16.3.	Impianti elettrici e di illuminazione.....	197
16.3.1.	Corpi illuminanti	197
16.3.2.	Torretta a scomparsa con chiusino in ghisa sferoidale.....	198
17.	NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE	200
17.1.	PREMESSA.....	200
17.2.	NORME GENERALI.....	200
17.3.	LAVORI A MISURA	200
17.4.	LAVORI A CORPO.....	200
17.5.	LAVORI IN ECONOMIA	201
17.6.	NOLEGGI	201
17.7.	TRASPORTI	201
17.8.	MANO D'OPERA.....	201
17.9.	SCAVI – DEMOLIZIONI - RILEVATI.....	202
17.9.1.	Generalità	202
17.9.2.	Scavi di sbancamento e fondazione	202
17.9.3.	Demolizioni	203
17.9.4.	Rilevati	203
17.10.	OPERE DI FONDAZIONE SPECIALE E TIRANTI DI ANCORAGGIO	203
17.10.1.	Palancole tipo Larssen	203
17.10.2.	Ture provvisorie.....	204
17.10.3.	Diaframmi a parete continua	204
17.10.4.	Pali per fondazioni.....	205
17.10.5.	Trattamenti colonnari (colonne consolidate jet-grouting).....	206
17.10.6.	Tiranti di ancoraggio	206
17.11.	MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI ANCHE ARMATI	206
17.11.1.	Generalità	206
17.11.2.	Calcestruzzi e cementi armati	207
17.11.3.	Ferro tondo per Calcestruzzo e Cavi in Acciaio	207
17.12.	MANUFATTI IN ACCIAIO	207
17.13.	OPERE FERROVIARIE.....	208
17.13.1.	Binario.....	208
17.13.2.	Deviatoi.....	208
17.13.3.	Saldature	208
17.13.4.	Giunzioni.....	208
17.13.5.	Regolazione delle tensioni interne delle rotaie	208
17.13.6.	Taglio delle rotaie a cannello ossi-propanico o a sega (disco).....	209
17.13.7.	Foratura del gambo delle rotaie a trapano ed a cannello ossi-propanico.....	209
17.13.8.	Fornitura e posa di pietrisco ferroviario.....	209
17.13.9.	Realizzazione del sentiero di sicurezza	209
17.13.10.	Livellamento e rinalzata sistemica del binario.....	209
17.13.11.	Livellamento e rinalzata dei deviatoi	209
17.13.12.	Demolizione di binario corrente.....	209
17.13.13.	Demolizione di deviatoi.....	209
17.13.14.	Rimozione di paraurti ferroviari in ferro	209
17.14.	OPERE STRADALI IN GENERE	210
17.14.1.	Misurazione di rilevati e massicciate	210
17.14.2.	Pavimentazioni in pietrame	210
17.14.3.	Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali	210
17.14.4.	Trattamenti superficiali, pavimentazioni.....	210
17.14.5.	Cordonate in conglomerato cementizio.....	211

17.14.6.	Canalette di scarico acque piovane	211
17.14.7.	Pozzetti prefabbricati	211
17.14.8.	Caditoie prefabbricate	211
17.14.9.	Tubazioni e accessori	211
17.14.10.	Barriere stradali di sicurezza e parapetti	212
17.14.11.	Barriere stradali di sicurezza tipo "New Jersey"	212
17.15.	OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA, VEGETAZIONALE ED INGEGNERIA NATURALISTICA	213
17.15.1.	Gabbionate	213
17.15.2.	Scogliere fluviali	213
17.15.3.	Cordonate, gradonate, Palificate	213
17.15.4.	Briglie in legname e pietrame	213
17.15.5.	Seminagioni e Piantagioni	213
17.16.	RETI E LINEE ELETTRICHE PER PUBBLICA ILLUMINAZIONE	214

1. DEMOLIZIONI

1.1. Generalità

Le demolizioni in genere saranno eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, rimanendo perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Nelle demolizioni l'Appaltatore dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali che possano ancora, a giudizio della Direzione, impiegarsi utilmente, sotto pena di rivalsa di danni verso l'Amministrazione; alla quale spetta ai sensi del Capitolato Generale la proprietà di tali materiali, alla pari di quello proveniente dagli scavi in genere, e l'Appaltatore dovrà provvedere per la loro cernita, trasporto in deposito ecc., in conformità e con tutti gli oneri previsti nel citato Capitolato Generale.

La direzione dei lavori si riserva di disporre con sua facoltà insindacabile l'impiego dei suddetti materiali utili per l'esecuzione dei lavori appaltati, da valutarsi con i prezzi ad essi attribuiti in elenco, ai sensi del Capitolato Generale.

I materiali non utilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno sempre, e al più presto, venire trasportati, a cura dell'Appaltatore, in rifiuto alle pubbliche discariche e comunque fuori la sede dei lavori con le norme e cautele disposte per gli analoghi scarichi in rifiuto di materie.

1.2. Interventi preliminari

L'Appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 e successive modificazioni ed integrazioni, recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della Legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscelanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

L'Appaltatore deve segnalare preventivamente, per iscritto, le modalità utilizzate e il risultato dell'indagine effettuata sulla presenza di amianto nei manufatti da demolire. Eventuali oneri aggiuntivi conseguenti alla negligenza dell'Appaltatore nell'individuazione degli elementi in amianto saranno a totale carico dell'Appaltatore.

1.3. Idoneità delle opere provvisorie

Le opere provvisorie, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare quelli non ritenuti più idonei.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il Coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il Direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisori impiegati dall'Appaltatore. Detti oneri saranno a carico dell'Appaltatore

1.4. Ordine delle demolizioni

I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quelle eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'Appaltatore, dal Coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal Direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli Ispettori del lavoro.

1.5. Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta

Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal Direttore dei lavori per la formazione di rilevati o rinterri, deve essere allontanato dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica del comune in cui si eseguono i lavori od altra discarica autorizzata ovvero su aree preventivamente acquisite dal comune ed autorizzate dal comune; diversamente l'Appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.

Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

1.6. Demolizione di murature e fabbricati

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligatoria, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza. A tal fine verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori, quali:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta e senza propagazione dell'onda d'urto.

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

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

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

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

Per le demolizioni da eseguirsi su reti stradali in esercizio, l'Appaltatore dovrà adottare tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare l'Ente gestore, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati. In particolare, la demolizione delle travi di impalcati di opere d'arte o di impalcati di cavalcavia anche a struttura mista dovrà, per quanto possibile, essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

I materiali di risulta resteranno di proprietà dell'Impresa la quale potrà reimpiegare quelli ritenuti idonei dalla Direzione Lavori fermo restando l'obbligo di allontanarli e di trasportare a discarica quelli rifiutati.

1.7. Idrodemolizioni

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

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

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

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

Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.) alle quali l'impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

2. MOVIMENTI TERRA

2.1. Definizioni e classificazioni

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento;
- Scavi;
- Rinterri;
- Rilevati.

Nei paragrafi seguenti sono definite le prescrizioni relative a ciascuna categoria di lavoro nonché le prescrizioni ed oneri di carattere generale ed i controlli da eseguire.

Se negli scavi si superano i limiti assegnati dal progetto, non si terrà conto del maggior lavoro eseguito e l'Impresa dovrà, a sua cura e spese, ripristinare i volumi scavati in più, utilizzando materiali idonei.

Nei confronti dei proprietari di opere malauguratamente danneggiate da operazioni di scavo l'unico responsabile rimane l'Appaltatore, restando del tutto estranea la Stazione Appaltante e la Direzione dei Lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

2.2. Prescrizioni tecniche particolari

Diserbamento e scoticamento

Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi.

Lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua.

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

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

Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L. , previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica.

Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.

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

Scavi

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

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

Gli scavi si distinguono in:

- scavi di sbancamento;
- scavi di fondazione.

Gli scavi potranno essere eseguiti a mano, con mezzi meccanici e, ove previsto, con l'impiego di esplosivi.

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

- Prima di dare inizio ai lavori di sistemazione, varianti, allargamenti ed attraversamenti di strade esistenti, l'impresa è tenuta ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom., P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere su accennate. Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende compreso e compensato con i prezzi di elenco;
- Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Impresa;
- Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto. Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Impresa compatterà detto fondo fino ad ottenere una compattazione pari al 95% della massima massa volumica del secco ottenibile in laboratorio (Prova di compattazione AASHO modificata) (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972);
- Eseguire, ove previsto dai documenti di progetto e/o richiesto dalla D.L., scavi campione con prelievo di saggi e/o effettuazione di prove ed analisi per la definizione delle caratteristiche geotecniche (a totale carico dell'impresa);
- Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo;
- Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza);
- Adottare tutte le cautele necessarie (indagini preliminari, sondaggi, scavi campione, etc.) per evitare il danneggiamento di manufatti e reti interrato di qualsiasi natura; inclusa, ove necessario, la temporanea deviazione ed il tempestivo ripristino delle opere danneggiate o provvisoriamente deviate. Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché, naturalmente, alla Direzione dei Lavori;
- Segnalare l'avvenuta ultimazione degli scavi, per eventuale ispezione da parte della D.L., prima di procedere a fasi di lavoro successive o ricoprimenti. **In caso di inosservanza la D.L. potrà richiedere all'Impresa di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso;**
- Per le mine che occorressero nell'esecuzione degli scavi, tanto all'aperto che in galleria, l'Appaltatore deve osservare tutte le prescrizioni delle leggi e regolamenti in vigore. Oltre a ciò, l'Appaltatore è in obbligo di prendere tutte le precauzioni necessarie ad evitare alle persone ed alle cose ogni danno, delle cui conseguenze egli è sempre ed in ogni caso unico responsabile. Le mine che dovessero praticarsi in vicinanza delle strade e dei luoghi abitati, devono essere riparate con fascine o legnami in modo da impedire che le materie lanciate a distanza abbiano a recare danni di qualsiasi specie. Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Impresa:
 - a) Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità;
 - b) Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc;
 - c) Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti;
 - d) Coordinamento nei tempi di esecuzione, in accordo al programma di costruzione e nel rispetto dei vincoli e delle soggezioni derivanti dalle altre attività in corso e dalle situazioni locali.
- I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra. Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'Impresa, e sotto il controllo della D.L. I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Impresa, al reimpiego o, ove necessario, in aree di deposito e custoditi opportunamente. Se necessario saranno trattati per ridurli alle dimensioni prescritte dalle presenti norme secondo necessità, ripresi e trasportati nelle zone di utilizzo;

- I materiali che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Impresa, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L. (ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente. L'Impresa, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica.

Viabilità nei cantieri

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

Le rampe di accesso al fondo degli scavi di splateamento o di sbancamento devono avere una carreggiata solida, atta a resistere al transito dei mezzi di trasporto di cui è previsto l'impiego, ed una pendenza adeguata alla possibilità dei mezzi stessi.

La larghezza delle rampe deve essere tale da consentire un franco di almeno 70 cm, oltre la sagoma di ingombro del veicolo. Qualora nei tratti lunghi il franco sia limitato ad un solo lato, devono essere realizzate piazzuole o nicchie di rifugio ad intervalli non superiori a 20,00 m lungo l'altro lato.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Le alzate dei gradini ricavati in terreno friabile devono essere sostenute, ove occorra, con tavole e paletti robusti.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art. 15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

2.3.Scavi di sbancamento

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

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 20%;
- bonifica del piano di posa dei rilevati;
- spianamento del terreno;
- impianto di opere d'arte;
- taglio delle scarpate di trincee o rilevati;
- formazione o approfondimento di cunette, di fossi e di canali.

2.4. Scavi di fondazione

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

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

Gli scavi saranno, a giudizio insindacabile della D.L., spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

I piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali o disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte per quelle opere che ricadessero sopra falde inclinate; le pareti saranno verticali od a scarpa.

Gli scavi di fondazione potranno essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpa aventi la pendenza minore di quella prevista, ma in tal caso, non sarà computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento.

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

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

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M.11/3/1988 e successivi aggiornamenti.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei, solo se eseguiti a profondità maggiore di 20 cm sotto il livello costante a cui si stabilizzano le acque eventualmente esistenti nel terreno.

Gli esaurimenti d'acqua dovranno essere eseguiti con i mezzi più opportuni per mantenere costantemente asciutto il fondo dello scavo e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

Resta comunque inteso che, nell'esecuzione di tutti gli scavi, l'Impresa dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spesa, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno, allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi. Provvederà inoltre, a sua cura e spesa, a togliere ogni impedimento, ogni causa di rigurgito che si opponesse così al regolatore deflusso delle acque, anche ricorrendo alla apertura di canali fugatori; analogamente l'Impresa dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento, all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque.

2.5. Rinterri e/o bonifiche

Per rinterri si intendono i lavori di:

- bonifica di zone di terreno non idoneo, al disotto del piano di posa di manufatti e rilevati, effettuata mediante sostituzione dei terreni esistenti con materiale idoneo;
- riempimento di scavi relativi a fondazioni, trincee, cunicoli, pozzetti, etc. eseguiti in presenza di manufatti;
- sistemazione superficiale eseguita con o senza apporto di materiale.

Bonifica

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

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

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).

Per il materiale dei gruppi A₂₋₄ e A₂₋₅, gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).

Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²)

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

Riempimenti

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7;

Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni).

In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.

Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A₁ ed A₃ (UNI-CNR 10006), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto.

Il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

2.6. Rilevati

2.6.1. Generalità

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

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Rilevati stradali;
- Rilevati realizzati in terra rinforzata;

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme CNR 10006.

2.6.2. Rilevati stradali

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

Nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃, il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D₆₀/D₁₀) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A_{1-a} e A₃ (per le terre appartenenti al gruppo A₃ vale quanto già detto in precedenza).

I materiali impiegati dovranno essere del tutto esenti da frazioni o componenti vegetali, organiche e da elementi solubili, gelivi o comunque instabili nel tempo, non essere di natura argillo-scistosa nonché alterabili o molto fragili.

L'impiego di rocce frantumate è ammesso nella restante parte del rilevato, se di natura non geliva, se stabili con le variazioni del contenuto d'acqua e se tali da presentare pezzature massime non eccedenti i 20 cm, nonché di soddisfare i requisiti già precedentemente richiamati.

Di norma la dimensione delle massime pezzature ammesse non dovrà superare i due terzi dello spessore dello strato compattato.

Il materiale a pezzatura grossa (compreso tra i 7,1 ed i 20 cm) deve essere di pezzatura disuniforme e non deve costituire più del 30% del volume del rilevato; in particolare dovrà essere realizzato un accurato intasamento dei vuoti, in modo da ottenere, per ogni strato, una massa ben assestata e compattata.

Nel caso si utilizzino rocce tufacee, gli scapoli dovranno essere frantumati completamente, con dimensioni massime di 10 cm.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHO Mod.(CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), e/o un modulo di deformabilità non minore di 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm²) (CNR 146 - 1992), salvo per l'ultimo strato di 30 cm costituente il piano di posa della fondazione della pavimentazione, che dovrà presentare un grado di costipamento pari o superiore al 95% e salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate, in sede di progettazione, dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e della pavimentazione stradale in trincea, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0,15 - 0.25 da N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale sia in rilevato che in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m da quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali che differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate in modo rigoroso e dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli.

Su ciascuna sezione trasversale i materiali impiegati per ciascuno strato dovranno essere dello stesso gruppo.

Nel caso di rilevati aventi notevole altezza, dovranno essere realizzate banchine di scarpata della larghezza di 2 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 6 m.

Le scarpate dovranno avere pendenze non superiori a quelle previste in progetto ed indicate nei corrispondenti elaborati.

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Impresa sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti. La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'impresa in accordo con la D.L.. In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere a reintegrare i maggiori volumi di rilevato per il raggiungimento della quota di progetto ad avvenuto esaurimento dei cedimenti.

La costruzione del rilevato dovrà essere programmata in maniera tale che il cedimento residuo da scontare, terminati i lavori, non sia superiore al 10% del cedimento teorico a fine consolidazione e comunque non superiore ai 5 cm.

Ogni qualvolta i rilevati dovranno poggiare su declivi con pendenza superiore al 20%, ultimata l'asportazione del terreno vegetale e fatta eccezione per diverse e più restrittive prescrizioni derivanti dalle specifiche condizioni di stabilità globale del pendio, 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 ritagliare, con ogni cautela, a gradoni orizzontali il terreno costituente il corpo del rilevato sul quale verrà addossato il nuovo materiale, con la cura di procedere per fasi, in maniera tale da far seguire ad ogni gradone (altezza massima 50 cm) la stesa del corrispondente nuovo strato, di analoga altezza ed il suo costipamento, consentendo nel contempo l'eventuale viabilità del 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 costruzione del nuovo rilevato, o portato a rifiuto se inutilizzabile.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇, solo se provenienti dagli scavi e previste nel progetto.

Il loro utilizzo è previsto per la formazione di rilevati, soltanto al di sotto di 2,0 m dal piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale, previa predisposizione di uno strato anticapillare di spessore non inferiore a 30 cm.

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Impresa e sottoposti alla approvazione della Direzione Lavori, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm ed il materiale dovrà essere convenientemente disaggregato.

Impiego di terre appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ si esaminerà, di volta in volta, l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione a calce e/o cemento, attraverso una opportuna campagna sperimentale.

I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti dietro ordine della Direzione dei Lavori solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

In ogni caso lo spessore degli strati sciolti non dovrà superare 30 cm.

2.6.3. Rilevati rinforzati

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A₁ e A₃; il materiale appartenente al gruppo A₃ dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm, A₂₋₄ e A₂₋₆.

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

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

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHO Mod (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 - 1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm².

2.6.4. Costruzione del rilevato

Formazione dei piani di posa dei rilevati e della sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato (sottofondo)

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato e delle sovrastruttura stradale in trincea o in rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale (sottofondo) sia in rilevato sia in trincea;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m al di sotto di quello della fondazione della pavimentazione stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, da quello della fondazione della pavimentazione stradale.

La variazione di detti valori al variare della quota dovrà risultare lineare.

Per altezze di rilevato superiori a 2 m potranno essere accettati valori inferiori a 15 MPa sempre che sia garantita la stabilità dell'opera e la compatibilità dei cedimenti, sia totali, sia differenziali, e del loro decorso nel tempo.

Le caratteristiche di deformabilità dovranno essere accertate con prove rigorose che dovranno essere garantite, anche a lungo termine, nelle condizioni climatiche e idrogeologiche più sfavorevoli; si fa esplicito riferimento a quei materiali a comportamento "instabile" (collassabili, espansivi, gelivi, etc.) per i quali la determinazione del modulo di deformazione sarà affidata a prove speciali (edometriche, di carico su piastra in condizioni sature ecc.).

Il conseguimento dei valori minimi di deformabilità sopra indicati sarà ottenuto compattando il fondo dello scavo mediante rullatura eseguita con mezzi consoni alla natura dei terreni in posto.

A rullatura eseguita la massa volumica in sito dovrà risultare come segue:

- almeno pari al 90% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa dei rilevati;
- almeno pari al 95% della massa volumica massima AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

Laddove le peculiari caratteristiche dei terreni in posto (materiali coesivi o semicoesivi, saturi o parzialmente saturi) rendessero inefficace la rullatura e non si pervenisse a valori del modulo di deformazione accettabili e compatibili con la funzionalità e la sicurezza del manufatto, la Direzione Lavori, sentito il Progettista, potrà ordinare un intervento di bonifica di adeguato spessore, con l'impiego di materiali idonei adeguatamente miscelati e compattati.

Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato, allo scopo di migliorare le caratteristiche del piano di imposta del rilevato, verrà eseguita:

- la stesa di uno strato granulare con funzione anticapillare;
- la stesa di uno strato di geotessile " non tessuto".

Strato granulare anticapillare

Lo strato dovrà avere uno spessore compreso tra 0,3-0,5 m; sarà composto di materiali aventi granulometria assortita da 2 a 50 mm, con passante al vaglio da 2 mm non superiore al 15% in peso e comunque con un passante al vaglio UNI 0,075 mm non superiore al 3%.

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

Telo Geotessile "tessuto non tessuto"

Lo strato di geotessile da stendere sul piano di posa del rilevato dovrà essere del tipo non tessuto in polipropilene.

Il geotessile dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero.

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile.

Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

Il geotessile dovrà essere imputrescibile, resistente ai raggi ultravioletti, ai solventi, alle reazioni chimiche che si instaurano nel terreno, all'azione dei microrganismi ed essere antinquinante.

Le caratteristiche tecniche del prodotto (massa volumica minima, punto di rammollimento, punto di fusione, resistenza a trazione, ecc.) dovranno essere conformi alla normativa vigente ed approvate dalla Direzione Lavori.

Dovrà essere fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

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

Stesa dei materiali

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

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

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

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

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅, A₃ o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇.

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

La compattazione potrà aver luogo soltanto dopo aver accertato che il contenuto d'acqua delle terre sia prossimo ($\pm 1,5\%$ circa) a quello ottimo determinato mediante la prova AASHO Modificata (CNR 69 - 1978).

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

Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, una energia costipante tale da assicurare il raggiungimento del grado di costipamento prescritto e previsto per ogni singola categoria di lavoro.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

A ridosso delle murature dei manufatti la D.L. ha facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati mediante miscelazione in sito del legante con i materiali costituenti i rilevati stessi, privati però delle pezzature maggiori di 40 mm.

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m³ di materiale compattato.

La Direzione Lavori prescriverà il quantitativo di cemento in funzione della granulometria del materiale da impiegare.

La miscela dovrà essere compattata fino al 95% della massa volumica del secco massima, ottenuta con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978), (CNR 22 - 1972), procedendo per strati di spessore non superiore a 30 cm.

Tale stabilizzazione a cemento dei rilevati dovrà interessare una zona la cui sezione, lungo l'asse stradale, sarà a forma trapezia avente la base inferiore di 2,00 m, quella superiore pari a 2,00 m + 3/2 h e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

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

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

La semina dovrà essere eseguita con semi (di erbe ed arbusti tipo ginestra e simili), scelti in relazione al periodo di semina ed alle condizioni locali, si da ottenere i migliori risultati. La semina dovrà essere ripetuta

fino ad ottenere un adeguato ed uniforme inerbimento. Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori. Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'impresa dovrà provvedere al restauro delle zone ammalorate a sua cura e spese e secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione Lavori.

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

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

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo A_6 e A_7 , restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

Condizioni climatiche

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

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

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

2.7. Dreni

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- dreni verticali prefabbricati;
- dreni in sabbia.

Le caratteristiche dei dreni, per quanto concerne il tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione, saranno definite dal progetto.

Hanno la funzione di realizzare nel terreno percorsi preferenziali per la raccolta delle acque ed accelerare i processi di consolidazione dei terreni argillosi saturi in corrispondenza dei rilevati. Eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della D.L. .

Tali variazioni dovranno comunque essere tali da garantire la medesima capacità e funzionalità.

Dreni verticali prefabbricati

Sono dreni prefabbricati industrialmente, costituiti da nastri flessibili ed arrotolabili nei quali esiste un involucro filtrante plastico, cartaceo o in materiali similari avvolto intorno ad un elemento di irrobustimento centrale, sempre in materiale plastico o affine; il nastro può anche essere semplicemente costituito da un unico corpo filtrante in materiale plastico, senza elemento centrale.

I dreni prefabbricati a nastro permettono il flusso dell'acqua presente nel terreno lungo l'asse di sviluppo principale, longitudinale, dell'elemento filtrante.

L'inserimento nel terreno del dreno si esegue mediante l'infissione a pressione di un mandrino che viene successivamente estratto, lasciando in posto il dreno, oppure mediante la penetrazione a vibrazione di un tubo di infissione con elemento vibrante in testa, azionato idraulicamente, che trascina il dreno fino alla profondità richiesta per poi abbandonarlo.

Modalità esecutive

- Caratteristiche dei nastri prefabbricati. Il nastro drenante prefabbricato dovrà avere caratteristiche rese note dalla certificazione ufficiale del Produttore, preventivamente trasmesse alla D.L. ed approvate dalla medesima. Sono ammessi nastri con involucro filtrante in tessuto non tessuto o carta con anima in PVC, polietilene o polipropilene, oppure nastri in cui anima ed involucro siano ugualmente costituiti da materiali plastici. In ogni caso, i nastri prefabbricati dovranno garantire una durata nel tempo adeguata alle necessità di Progetto ed in ogni caso non inferiore a 3 anni di esercizio, una portata di scarico assiale non inferiore a $100 \text{ m}^3/\text{anno}$ (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 300 kN/m^2) ed un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno $2 \text{ m}/\text{anno}$.

- Attrezzatura di infissione. Si utilizzeranno attrezzature di infissione a pressione o vibrazione montate su torre con guide di scorrimento, in grado di raggiungere con il mandrino od i tubi di infissione la profondità prescritta dal Progetto nel contesto stratigrafico locale. Le caratteristiche delle attrezzature di infissione dovranno essere rese note alla D.L. .Qualora motivato dalla necessità di superamento di strati o livelli di particolare resistenza si potrà ricorrere a prefori eseguiti con sonda a rotazione o rotopercussione. Il mandrino o la tubazione di infissione dovrà avere sezione trasversale ridotta al minimo indispensabile per garantire la necessaria resistenza .Il dreno sarà connesso all'utensile di infissione con un elemento a perdere, in grado di garantire il sicuro vincolo del dreno all'utensile durante l'inserzione e l'ancoraggio del dreno al terreno all'atto del ritiro del mandrino o della tubazione a profondità di progetto raggiunta.
- Lavori preparatori dell'infissione. Prima di procedere alla installazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di sabbia perfettamente pulita, dello spessore di 50-80 cm, con fuso granulometrico corrispondente a quello di una sabbia medio-grossa, con massima percentuale di passante al vaglio UNI da 0.075 mm del 3%.I punti di infissione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento. Le attrezzature dovranno operare da un piano di lavoro adeguatamente stabile, e tale da escludere variazioni di assetto delle stesse durante le operazioni di infissione.
- Installazione. L'infissione dei dreni avverrà mediante pressione o vibrazione, con modalità tali, per quanto concerne le massime pressioni esercitate verso il basso e la velocità di penetrazione, da prevenire la rottura dei nastri prefabbricati o il mancato raggiungimento della profondità di progetto.

Dreni in sabbia

I dreni in sabbia comportano la realizzazione di una perforazione di tipo verticale che viene successivamente riempita da sabbia opportunamente composta sul piano granulometrico in modo che possa operare come filtro, secondo modalità analoghe a quelle dei dreni prefrabbricati.

Le metodologie di perforazione sono le medesime di quelle adottate nel caso di pali trivellati.

Modalità esecutive

- Caratteristiche della sabbia drenante. Il materiale granulare utilizzato per il riempimento del foro dovrà essere conforme, per quanto concerne la composizione granulometrica, al fuso definito dal Progetto. Qualora non definito espressamente, il fuso granulometrico di riferimento sarà il seguente:

Apertura vaglio UNI (mm)	Passante %	
	Min	Max
0.075	0	3
0.40	0	10
2.00	15	45
5.00	35	75
10.00	70	100

- Attrezzatura. Sarà cura dell'Impresa comunicare, prima dell'inizio lavori, le caratteristiche delle attrezzature che lo stesso intende utilizzare. Sono ammesse attrezzature di perforazione nelle quali l'avanzamento dell'utensile e la disgregazione del terreno, che viene asportato dal foro, avvengono mediante l'energia dinamica dell'acqua, attrezzature di perforazione ad elica o attrezzature con caratteristiche diverse. In ogni caso, le attrezzature dovranno garantire il raggiungimento delle profondità prescritte dal Progetto con il relativo diametro e permettere la realizzazione dei dreni senza rischi di interruzione della continuità del fusto in sabbia.
- Lavori preparatori. Prima di procedere alla perforazione dei dreni, l'Impresa provvederà alla completa asportazione del terreno vegetale sull'area di lavoro, regolarizzando la superficie e coprendola con uno strato di materiale granulare pulito, dello spessore di 50-80 cm. I punti di perforazione dei dreni saranno materializzati sul terreno mediante picchetti o evidenti punti di riferimento.
- Perforazione e riempimento dei fori. La conduzione della perforazione sarà eseguita con modalità preventivamente comunicate alla D.L. , tali da garantire profondità, diametro e continuità del foro, che non dovrà subire alcun collasso parziale o chiusura .Nel caso di impiego di tecniche con disgregazione idraulica del terreno, il foro sarà sempre mantenuto pieno di acqua, per prevenire i danni conseguenti al mancato sostentamento delle pareti del foro mediante contropinta idrostatica. Non è ammesso l'uso di fluidi di perforazioni diversi dall'acqua, priva di additivi se non perfettamente

biodegradabili in 20÷40 ore. Il riempimento dei fori con sabbia sarà eseguito dal basso a risalire, iniziando da fondo foro, mediante il convogliamento della sabbia con tubazioni che, nel caso di perforazione con elica, potranno essere rappresentati dallo spazio anulare cavo interno alle stesse eliche, da ritirare progressivamente con il procedere del riempimento. A riempimento eseguito, lo scarto sommitale di materiale granulare inquinato dai materiali provenienti dalla perforazione dovrà essere asportato e condotto a discarica e sostituito con nuovo materiale drenante approvato fino a realizzare un materasso drenante sommitale di spessore e caratteristiche conformi al progetto.

2.8. Rilevati Speciali Sperimentali

Con il termine “rilevati speciali” sono definite tutte le opere realizzate con materiali naturali o artificiali, destinate a formare alcune parti del corpo stradale.

Si distinguono in:

- rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- rilevati con materiali riciclati.

2.9. Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio

Terra stabilizzata a calce

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10.

Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A₂₋₆ e A₂₋₇) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La calce idrata dovrà essere conforme alle norme per l'accettazione delle calce di cui alle disposizioni vigenti.

La quantità di acqua e di calce con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento ed eventualmente a prove di rottura a compressione, nonché a qualsiasi altra prova necessaria per una adeguata caratterizzazione (CNR 36/73).

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso dovrà essere determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di calce, permettendo di definire come variano con la quantità di calce i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D.L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in calce.
- il suo tenore in calce sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Terra stabilizzata a cemento

La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per

la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo.

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a cemento deve essere di tipo sabbioso, ghiaioso, sabbioso-limoso e/o argilloso, ghiaioso-limoso e/o argilloso e limoso, ed avere indice di plasticità normalmente minore di 15.

Possono essere trattati a cemento anche materiali friabili o profondamente alterati, purché riconducibili con un adeguato trattamento alle volute funzioni portanti.

il diametro massimo degli elementi dovrà essere definito in funzione dell'impiego della miscela, preferibilmente dovrà essere inferiore ai 50 mm.

Il passante al setaccio 0.075 mm non deve superare il 50%.

Il tipo di cemento da impiegare dovrà essere del tipo Portland 32,5.

Le terre impiegate non dovranno presentare un contenuto di sostanza organica superiore al 2%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di sostanza organica garantiscano comunque i requisiti di resistenza, indeformabilità e durabilità richiesti.

Inoltre, le terre impiegate non dovranno avere un contenuto di solfati superiore all'1%.

La D.L. potrà derogare a tale limitazione se opportune campagne di sperimentazione, siano tali da indicare che percentuali più elevate di solfati garantiscano comunque i requisiti di resistenza richiesti.

La quantità di acqua e di cemento con cui effettuare l'impasto con i terreni da riqualificare (miscela di progetto) va determinata preliminarmente (alla posa in opera in sito) in laboratorio in base a prove CBR (CNR - UNI 10009), a prove di costipamento e prove di rottura a compressione, ed a qualsiasi altra prova che si ritenga necessaria.

Il valore dell'indice CBR deve risultare in ogni caso adeguato alla specifica destinazione del materiale.

Esso viene determinato dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua, seguendo la procedura indicata nella norma CNR - UNI 10009.

Le curve dell'indice CBR, delle caratteristiche di costipamento ottenute con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978) e della resistenza a compressione, dovranno essere tracciate in base ai risultati su miscele sperimentali con diversi tenori di cemento, permettendo di definire come variano con la quantità di cemento i valori massimi dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

Noti questi valori, la D.L. definirà di volta in volta la composizione preventiva della miscela di progetto in modo che:

- il suo tenore in acqua sia non inferiore a quello che si avrà operando nelle condizioni di cantiere di una miscela di pari contenuto in cemento.
- il suo tenore in cemento sia sufficiente a garantire che la miscela presenti le caratteristiche di portanza, costipabilità e stabilità richieste nel progetto.

Piano di appoggio del rilevato

Il trattamento in sito dei terreni di appoggio di rilevato, trattati con i suddetti leganti (calce o cemento) deve essere tale da garantire le caratteristiche di portanza previste dal progetto e comunque non inferiori a:

- Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm², (CNR 146 - 1992);
- Per altezze di rilevato oltre i 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm² (CNR 146 - 1992);

Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm².

Rilevati

I rilevati con materiali corretti, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale.

Le caratteristiche di portanza delle terre stabilizzate con i leganti (calce o cemento), devono essere quelle previste dal progetto e comunque non inferiori a :

- Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 MPa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² (CNR 146 - 1992);
- Per altezza di rilevato oltre i 2 metri: il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%. Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm².

Resistenza al gelo

Nel caso in cui la terra debba essere impiegata in zone in cui l'azione del gelo non è occasionale, si debbono porre in atto ulteriori indagini e provvedimenti suggeriti dalle condizioni locali d'impiego onde evitare l'ammaloramento del materiale in opera per effetto del gelo. Un aumento del dosaggio del legante può risultare utile a questo scopo.

Modalità di lavorazione

La stabilizzazione dei terreni con leganti implica il miglioramento delle caratteristiche della terra; i requisiti di idoneità della miscela ottenuta verranno accertate mediante prove di resistenza a compressione o prove di carico, e qualsiasi altra prova necessaria.

I procedimenti di riabilitazione o di stabilizzazione dei terreni argillosi con calce potranno avvenire con trattamento in sito (impianti mobili) oppure predisponendo le miscele da porre in opera in adeguati impianti fissi; comunque la miscela, una volta stesa, dovrà presentarsi uniformemente mescolata ed opportunamente umidificata secondo l'umidità ottima determinata mediante la relativa prova di laboratorio, e comunque non maggiore dell'1.5% dell'ottimo indicato dalla D.L..

La suddetta umidità dovrà essere determinata a miscela posta in opera e sarà determinata in sito mediante metodologie rapide definite dalla D.L..

Inoltre tale umidità dovrà essere mantenuta costante sino al termine delle operazioni di posa in opera.

Il singolo strato non dovrà avere spessore superiore ai 30 cm.

Tutti i processi dovranno comunque essere preventivamente approvati dalla D.L. e dovranno essere realizzati dall'Impresa sotto le disposizioni della stessa D.L..

Il trattamento in sito, eseguito sotto il controllo e le direttive della D.L., dovrà prevedere le seguenti fasi operative:

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;
- spandimento del cemento in polvere mediante adatte macchine spanditrici; tale spandimento dovrà essere effettuato esclusivamente su quella porzione di terreno che si prevede di trattare entro la giornata lavorativa; si dovrà impedire a qualsiasi macchinario, eccetto quello necessario che verrà impiegato per la miscelazione, di attraversare la porzione di terreno sulla quale è stato steso il legante, fino a quando questo non sia stato miscelato con il terreno. Il quantitativo necessario al trattamento dell'intero strato, sarà distribuito in maniera uniforme sulla superficie ed in maniera da risultare soddisfacente al giudizio della D.L.;
- mescolazione con adeguati mescolatori ad albero orizzontale rotante. Il numero di passate dipende dalla natura del suolo e dal suo stato idrico. Si dovrà inoltre garantire un adeguato periodo di maturazione della miscela, da determinarsi di volta in volta a seconda della natura dei terreni. L'Impresa dovrà garantire una adeguata polverizzazione della miscela, che si considera sufficiente quando l'80% del terreno, ad esclusione delle porzioni lapidee, attraversa il setaccio 4 UNI (apertura di 4,76 mm). Nel caso in cui le normali operazioni di mescolazione non dovessero garantire questo voluto grado di polverizzazione, l'Impresa dovrà procedere ad una preventiva polverizzazione della terra, affinché si raggiungano tali requisiti nella miscelazione dell'impasto.
- compattazione e finitura con rulli a "piedi di montone", che precedono i passaggi di rulli gommati pesanti e/o rulli lisci vibranti. La sagomatura finale dovrà essere operata mediante motolivellatrice.

La velocità di compattazione dovrà essere tale da far sì che il materiale in oggetto, venga costipato, prima dell'inizio della presa del legante.

Nella stabilizzazione a cemento, dopo il costipamento, si dovrà predisporre un adeguato strato di protezione per la maturazione, evitando di disturbare lo strato nella fase di presa per almeno 24 ore.

Le operazioni di trattamento e posa in opera della terra stabilizzata dovranno essere effettuate in condizioni climatiche tali da garantire il voluto contenuto di acqua determinato attraverso la campagna sperimentale preliminare, ed inoltre si richiede per la posa in opera una temperatura minima di 7 °C.

Al termine della giornata di lavoro, e comunque in corrispondenza delle interruzioni delle lavorazioni, si dovrà predisporre, in corrispondenza della parte terminale dello strato, una traversa al fine di far sì che anche porzione risulti soddisfacentemente costipata nonché livellata.

Il trattamento effettuato con adeguati impianti fissi o mobili dovrà essere approvato preventivamente dalla D.L., la quale potrà intervenire con opportune direttive, variazioni e/o modifiche durante la posa in opera dei materiali.

2.10. Rilevati con materiali riciclati

Si distinguono in:

- rifiuti speciali da demolizione edile;
- rifiuti speciali industriali - scorie.

Rifiuti speciali da demolizione edile

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione C.N.R.U.N.I.10006, può essere previsto, nella costruzione di rilevati, l'impiego di inerti provenienti da recupero e riciclaggio di materiali edili e di scorie industriali.

I rilevati con materiali riciclati, potranno essere eseguiti previa autorizzazione della D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale. E' comunque vietato l'utilizzo diretto dei materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi ai sensi del D.P.R.10-9-1982 n.915 e seguenti, e del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni.

L'uso di tali materiali è consentito previo loro trattamento in appositi impianti di riciclaggio autorizzati secondo la normativa di Legge vigente.

Gli impianti di riciclaggio dovranno essere costituiti da distinte sezioni di trattamento, attraverso fasi meccanicamente e tecnologicamente interconnesse di macinazione, vagliatura, selezione granulometrica e separazione dei materiali ferrosi, legnosi, e delle frazioni leggere, nonché delle residue impurità, per la selezione dei prodotti finali.

Gli impianti dovranno comunque essere dotati di adeguati dispositivi per la individuazione di materiali non idonei.

Dovrà essere preventivamente fornita alla D.L. oltre all'indicazione dell'impianto o degli impianti di produzione, con la specifica delle caratteristiche delle modalità operative riferite sia alla costanza di qualità del prodotto, sia ai sistemi di tutela da inquinanti nocivi, una campionatura significativa del materiale prodotto e le eventuali certificazioni relative a prove sistematiche fatte eseguire su materiali.

Il materiale dovrà comunque rispondere alle specifiche tecniche di seguito riportate.

Il materiale fornito dovrà avere pezzatura non superiore a 71 mm. e dovrà rientrare nel fuso granulometrico di seguito riportato.

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

I componenti lenticolari non dovranno essere (definiti come in BU CNR n° 95/84) in quantità superiore al 30 %;

Devono essere assenti sostanze organiche (UNI 7466/75 II parte) o contaminanti, ai sensi del D.P.R.10.9.1989 n° 915 pubblicato sulla G.U.n°343 del 15.12.82.

Prove di prequalificazione del materiale

- determinazione della percentuale di rigonfiamento, che dovrà essere secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009), inferiore a 1%;
- b) prova di abrasione Los Angeles; sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;
- verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fasc.4 art.23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo $G \leq 30$;

Posa in opera

Per la posa in opera, si dovrà procedere alla determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante procedimento AASHO modificato (CNR 69 - 1978) e per la stesa del materiale si dovrà procedere per strati di spessore compreso fra 15 a 30 cm., secondo le indicazioni della D.L. , costipati per mezzo di rulli vibranti di tipo pesante.

Il materiale dovrà essere scaricato in cumuli estesi e immediatamente sottoposto ad una prima umidificazione, per evitare la separazione delle parti a diversa granulometria, non essendo presente di norma la umidità naturale.

L'umidità da raggiungersi non dovrà essere inferiore al 7-8 %.

Il materiale dovrà essere posto in opera mediante motolivellatore (Grader), o con altro mezzo idoneo, di adeguata potenza, in maniera da evitare comunque la separazione dei componenti di pezzatura diversa, e adeguatamente rullato a umidità ottimale.

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm) (CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm² sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm², sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;
- 15 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm² sul piano di posa del rilevato posto a 2,00 m, o più, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale.

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

Rifiuti speciali industriali - scorie

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione C.N.R.U.N.I.10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali-loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

I rilevati con scorie industriali, potranno essere eseguiti dietro ordine delle D.L. e solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali e/o due piani quotati del corpo stradale.

Le caratteristiche dei rifiuti debbono essere rispondenti alle prescrizioni del Decreto Legislativo n° 22 del 5/02/1997 e successive modifiche ed integrazioni e quindi corrispondenti a tutte le prescrizioni contenute nelle direttive CEE, sui rifiuti in genere (CEE 91/156) e sui rifiuti pericolosi (CEE 91/689).

In conformità dell'art.4 del D.L. n°22 del 5/02/1997, viene favorito il reimpiego ed il riciclaggio di detti rifiuti previ accordi e convenzioni con i soggetti produttori interessati al reimpiego di dette materie, al fine di stabilire anche una positiva valutazione economica.

Tutti gli oneri inerenti alla gestione, sicurezza e garanzia della stabilità chimico-fisica del prodotto da utilizzare, rimangono a carico dell'imprenditore, così come tutti gli oneri e le incombenze derivanti dai permessi da richiedersi presso gli Enti preposti alla tutela dell'ambiente e del territorio.

Tali permessi sono rigorosamente prescritti, prima di procedere a qualsiasi utilizzazione ed impiego del materiale in esame.

E' riservata alla Direzione Lavori, la facoltà di adottare la parzializzazione del corpo del rilevato, destinando le scorie esclusivamente al nucleo centrale, ed utilizzando per le fasce laterali di spessore costante dell'ordine dei 2.0 m, terre tradizionali.

Il materiale per essere impiegato nella formazione di strati di rilevato dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente α) dovrà essere compresa tra 20 e 40 ; l'attività α risulta così definita: coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica (cm^2/g), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi $< 80 \mu\text{m}$, ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode operatoir LCPC: Measure du coefficient α d'activité du latier granulé de heut fornean - Dunoid - Paris 1970).
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere $<15\%$;

Posa in opera

Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm. Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa. Quindi si procederà al costipamento dell'intero strato.

A compattazione avvenuta, tutti i materiali utilizzati per la realizzazione del singolo strato, dovranno presentare una massa volumica non inferiore al 90% di quella massima individuata nelle prove di compattazione (CNR 69-1978), (CNR 22 - 1972).

Salvo diverse e più restrittive prescrizioni motivate in sede di progettazione dalla necessità di garantire la stabilità del rilevato, il modulo di deformazione al primo ciclo di carico su piastra (diametro 30 cm)(CNR 146 - 1992) dovrà risultare non inferiore a:

- 50 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm^2 sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm^2 sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale;

3. FORMAZIONE DI BINARIO FERROVIARIO

3.1.PREMESSE

Le presenti prescrizioni si applicano specificatamente alle opere ferroviarie d'armamento. Le prescrizioni in oggetto sono state redatte facendo riferimento alle tipologie costruttive standard, alle circolari ed istruzioni operative, nonché ai criteri di fornitura e gestione materiali in vigore presso le Ferrovie dello Stato.

Per quelle attività per le quali non è possibile riferirsi a specifiche normative, quali la fornitura di materiali usati, le prescrizioni sono state assimilate a prassi d'uso corrente in attività similari presso le FS.

3.2.RIFERIMENTI NORMATIVI

Circolare FS TC.C/S/91/001673-87270000 del 17/03/1995 e s.m.i. "standardizzazione dei materiali di armamento";

Protocollo di intesa tra RFI e ASSOFER del 07/03/2006 RFI-DMA-DITS A 001|a|2006|0000667 "acquisizione dei materiali provenienti da dismissioni RFI Usati Servibili";

Circolare n. 138/6.1 del 23/11/1967 "armamento tipo 46 uni Apparecchi del binario";

Circolari F.S. n. 22 /1956, 99/1956 e 115/1956; Classificazione rotaie usate servibili;

Circolare n. 196/1954 "nuovi armamenti tipo 50 e tipo 60 e loro impiego";

Circolare n. 51/1956 "nuova distribuzione degli appoggi ed unificazione dei tipi di posa";

rotaie 50/60 UNI usate di prima categoria secondo la classificazione delle TC.C/S/91/001673-87270000 TC.C/S/91/001673-87270000 circolari F.S. n.22/1956, 99/1956 e 115/1956;

Specifica tecnica di fornitura RFI TCAR SF AR 03 0005 B traversoni in legno per apparecchi del binario , legnami per ponti e traverse in legno;

Istruzione FS n. S.OC/S/5756 del 19/11/1990 "istruzione sulla costituzione ed il controllo delle lunghe rotaie saldate;

Norme tecnica RFI TCAR ST AR 07 001 A del 18/12/2001 "saldatura in opera di rotaie eseguita con procedimenti alluminio-termico ed elettrico a scintillio";

Circolare FS L 4213 338 6.5 123081 del 25/10/86 e s.m.i. “ scartamento del binario;
 Aggiornamento alla circolare L.3/116268/8 del 01/07/1937 I.4/12/14/138954 del 15/01/1982 “ammissione dei veicoli sui binari dei raccordi privati”;
 Tariffa dei prezzi FS “AM” edizione 1992 (armamento ferroviario) 1.o volume “riferimenti a norme, prescrizioni tecniche e disegni”;
 Piani di posa e disegni tipo dei deviatori omologati dalla Rete Ferroviaria Italiana

3.3.FORNITURA DI MATERIALI D'ARMAMENTO – MANIPOLAZIONE

3.3.1.Generalità

Tutti i materiali d'armamento forniti dall'Appaltatore, dovranno rispondere alle stesse specifiche tecniche e costruttive dei materiali in uso presso le Ferrovie dello Stato. (circolare I/SC.AM.04/1984/02854).

Si riportano, in tal senso, le prescrizioni imposte da FS – RFI nel protocollo di intesa con ASSOFER del 02/02/2006 facenti parte integrante dello schema contrattuale di “Costruzione e gestione dei nuovi raccordi”:

“Dovranno essere utilizzati, sia all'interno che all'esterno del sedime ferroviario di RFI, materiali d'armamento omologati, nuovi o usati servibili di cui dovrà essere documentata la provenienza e di cui la Direzione Compartimentale Infrastruttura competente autorizzerà preventivamente l'utilizzo verificandone la conformità al progetto.

Nel caso in cui il Raccordato voglia utilizzare materiali usati servibili, lo stesso si impegna a rispettare le seguenti modalità:

per la parte di raccordo all'interno del sedime ferroviario di RFI, verranno usati soltanto materiali acquistati direttamente da RFI;

per la parte di raccordo esterna al sedime ferroviario di RFI, il Raccordato nel caso non acquisti il materiale direttamente da RFI, dovrà fornire la documentazione atta a dimostrare la provenienza dei materiali stessi ed in particolare un certificato, rilasciato dal Fornitore, in cui risulti la classificazione dello stato d'uso del materiale come usato servibile, la localizzazione del precedente utilizzo, il produttore e l'anno di fabbricazione del materiale.”

Nel caso di fornitura di materiali nuovi, questi dovranno essere corredati da certificato d'origine, redatto dalla Ditta Costruttrice. Tali certificazioni dovranno essere trasmesse tempestivamente alla Direzione Lavori, prima dell'inizio della fornitura materiali in oggetto, in tempo per richiedere l'approvazione preventiva all'impiego per conformità al progetto da parte di FS – RFI.

Per quanto riguarda i materiali classificati secondo FS “usato - servibile”, l'Appaltatore provvederà al loro accatastamento, in aree indicate dalla Direzione Lavori, per tempo prima della loro posa in opera che avverrà dopo aver ottenuto specifica approvazione scritta da parte di FS – RFI alla Direzione Lavori medesima di conformità al progetto, anche se trattasi di materiale acquistato dalla stessa RFI.

Nel caso di materiale ritenuto dalla Direzione Lavori su indicazione di FS - RFI, non idoneo, l'Appaltatore provvederà tempestivamente a sue spese alla sostituzione.

La Direzione Lavori si riserva, in ogni caso, il diritto di rifiutare totalmente o parzialmente la fornitura qualora, dalla fase d'impiego e fino al collaudo, dovessero emergere palesi imperfezioni.

Nell' eventualità in cui l'Appaltatore non riesca a reperire materiale usato servibile, del tipo previsto per la realizzazione di binario modello 50 UNI, se ed ove previsto, potrà provvedervi con materiale di modello superiore 60 UNI, sempre usato servibile e rispondente alle caratteristiche richieste da FS - RFI, previa approvazione della Direzione Lavori. *In tal caso, a meno di sostituzione con materiale nuovo, nessuna differenza di costo sarà riconosciuta all'Appaltatore.*

I materiali di armamento da utilizzare, in accordo con il progetto esecutivo, sono di seguito elencati.

L'impiego di materiale diverso da quello riportato in elenco non è ammesso. Eccezionalmente e per giustificate ragioni, l'Appaltatore potrà proporre materiali di categorie diverse, ma di modello e qualità non inferiore e sempre rispondenti alle norme UNI ed FS, senza maggiorazione di costo e solo previa autorizzazione della Direzione Lavori, sentita preventivamente FS - RFI.

3.3.2.Elenco materiali

Categoria e	Tipologia del materiale	Riferimenti normativi
-------------	-------------------------	-----------------------

progressivo FS		
706/254.4 706/271.4 706/281.4 706/553.4 706/598.4	Rotaie 60 UNI UIC700/900A in barre da m 18 o 36 nuove Rotaie 50 UNI UIC700 in barre da m 18 (usate servibili) solo nei tratti dove quelle esistenti vengono reimpiegate previa bonifica delle testate)	UNI 3141-66 circolari FS n. 22/1956 , 99 /1956 e 115/1956 Circolare n. 30 del 02/05/1959 n. L.C.5.1/29138
Traverse		
722/7320-7330	Traverse "RFI-230" in C.A.V.P. con piastra 60S usate servibili ; comprensive dei seguenti organi di Attacco n. 4/8 tasselli tp1 nuove (dis. FS 8498) n. 2 piastre 50S – 60S UNI n. 4/8 caviglie 24 S UNI n. 4 rosette in gomma n. 4 rosette elastiche 26d UNI n. 2 sottopiastrine in polietilene	Rispondenti al disegno FS n. 9184 Istruzione n. I/IN.SC.AM/1993 del14/10/1994
	<u>Per tratti in curva di raggio < a m 275 e allargamento di scartamento</u> Traverse "RFI-230" in C.A.V.P con attacco elastico VOSSLOH SKL 14 a scartamento regolabile 1435-1465 mm nuove con certificazione comprensive dei seguenti organi di attacco: n. 4 tasselli n. 4 piastrini angolari di guida n. 4 caviglie con rondella non sfilabile n. 4 molle elastiche n. 2 piastre sottorotaia ZW700/150	Omologazione attacco Vossloh RFI-DTC/A0011\PI\2003\0000668 – disegni Vossloh: 1.745°.k 1.2458.d 12689.d 1.2440.i 1.1434.f
722-298	<u>Traverse in essenza di legno di rovere impregnate del 2.o gruppo – nuova con certificazione</u>	RFI TCARSF AR 03 005 B 14/09/
715/618-647.4	<u>Piastrine ordinarie tipo 50 UNI - usata servibile</u>	50 UNI 3551
722/250-1	Piastrine in gomma PGS 52 – PGS. 62 - nuova con certificazione	
710-040	Caviglie 24 m UNI - nuova con certificazione	Disegno F S n. 9429 UNI 3560
711-890	Chiavarde CK1 - nuova con certificazione	UNI 3557
711-516	Rosette elastiche 24d UNI - nuova con certificazione	Istruzione FS 60-f (I.s.a. 11/111613 del 26/3/69) disegno FS 8291 Uni 6217-68
717-407	Piastrine stringimenti 50/60 UNI - nuova con certificazione	UNI 3554
	<u>Materiali aggiuntivi per binario con controrotaia 46 uni (per passaggi a livello)</u>	
706.663	Controrotaia rotaia 46 uni - usata servibile	
710-040	Caviglie 24 m UNI - nuova con certificazione	
710-041	Caviglie 24 UNI - nuova con certificazione	
715.378.4	Piastra FS P 271 – usata servibile	
707-196.4	Blocco FS B60– usato servibile	
717.100	Piastrine stringimento P.77 - nuova con certificazione	
711.395	Chiavarda C 417 - nuova con certificazione	
Materiali per giunzioni appoggiate		
722 378	Coppie di traverse in essenza di rovere per giunzioni tipo 49 marca LD impregnate – nuova con certificazione	UNI 7407-75
718/602-606.4	Piastrone per Giunzione 60 UNI - usato servibile	UNI 3552
710-040	Caviglie 24 m UNI - nuova con certificazione	Disegno F S n. 9429 UNI 3560

711-890	Chiavarde CK1 - nuova con certificazione	UNI 3557
717-407	Piastrine 50/60 UNI - nuova con certificazione	UNI 3554
713-138-143.4	Ganasce ordinarie tipo 50 – 60 UNI - usato servibile	UNI 3555
711/782	Chiavarde giunzione tipo 49 marca C.809- nuova con certificazione	UNI 3556
710-516	Rosette elastiche 24d UNI - nuova con certificazione	Disegno FS 82 91 Uni 5121-68 Uni 6217-68
710-515	Rosette elastiche 26d UNI - nuova con certificazione	Disegno FS 82 91 Uni 5121-68 Uni 6217-68
722/250-251	Piastra in gomma PGS 52 – PGS 62 - nuova con certificazione	
Deviatoi		
712.981/982	Scambio semplice sinistro tipo S 60UNI/170/0,12 con aghi a cerniera elastica completo degli appoggi, delle tiranterie e della cassa di manovra mod.1963 (per posa su traversoni in cap). – Costruito nuovo con rotaie usate e cuore al manganese nuovo	Disegno FS n. 8590 e disegni collegati
722-915	Serie completa di legnami nuovi in essenza di azobè impregnati per scambio S UNI 60/170/0,12 comprensiva di: n. 17 traverse da 2,60x0,26x0,15 n. 9 traverse da 2,30x0,26x0,15 n. 19 traverse da 3,00x0,27x0,16 n. 6 traverse da 3,40x0,27x0,16 n. 4 traverse da 3.80x0,27x0,16 n. 4 traverse da 4,20x0,27x0,16 n. 3 traverse da 4,40x0,27x0,16 n. 1 traverse da 4,60x0,27x0,16 n. 1 coppia di traverse LD 33 n. 1 coppia di traverse LD 34	
722.912	Serie completa di legnami nuovi impregnati per scambio intersezione doppio S ID46/170/0,12 d comprensiva di: n. 16 traverse da 3.00x0,27x0,16 n. 2 traverse da 3.20x0,42x0,16 n. 12 traverse da 3.40x0,27x0,16 n. 16 traverse da 3,80x0,27x0,16 n. 8 traverse da 4.20x0,27x0,16	RFI TCARSF AR 03 005 B 14/09/07
712.995	Scambio intersezione doppio tipo ID60/170/0.12 con cuori doppi di rotaia e cuori semplici in acciaio fuso al manganese, completo degli appoggi, delle tiranterie e delle casse di manovra mod. 1963 . Costruito nuovo con rotaie usate di prima categoria con esclusione dei cuori semplici e doppi completamente nuovi	Disegno FS n. 8594: Circolare n. 200 del 24/11/1970 n. L.S.A.11/141698
722 899	Serie completa di legnami nuovi in essenza di azobè impregnati per scambio intersezione doppia. I.D. 60/170/0,12 comprensiva di: n. 12 traverse da 3.00x0,27x0,16 n. 14 traverse da 3.40x0,27x0,16 n. 4 traverse da 3.60x0,27x0,16 n. 8 traverse da 3,80x0,27x0,16 n. 8 traverse da 4.20x0,27x0,16 n. 2 coppia di traverse LD 33 n. 2 coppia di traverse LD 34	

712-270/272	Scambio semplice sinistro tipo S50UNI /170/0,12 con aghi a cerniera elastica completo degli appoggi, delle tiranterie e della cassa di manovra mod.1963 (per posa su legno). – Costruito nuovo con rotaie 50 uni usate di prima categoria	Disegno FS n. 8802
722 901	Serie completa di legnami nuovi impregnati per scambio S UNI 50/170/0,12 comprensiva di: n. 17 traverse da 2,60x0,26x0,15 n. 8 traverse da 3,00x0,27x0,16 n. 5 traverse da 3,40x0,27x0,16 n. 6 traverse da 3.80x0,27x0,16 n. 4 traverse da 4,20x0,27x0,16 n. 5 traverse da 4,80x0,27x0,16 n. 1 coppia di traverse LD 30 n. 1 coppia di traverse LD 33 Traverse limiti prefabbricate in c.a.p. o in legno dipinto	RFI TCARSF AR 03 005 B 14/09/07
	Serie completa di legnami nuovi impregnati per scambio S 46/150/0,12 comprensiva di: n. 3 traverse da 4,20x0,27x0,16 n. 6 traverse da 3,80x0,27x0,16 n. 5 traverse da 3,40x0,27x0,16 n. 8 traverse da 3,00x0,27x0,16 n. 16 traverse da 2,60x0,26x0,15 n. 1 coppia di traverse LD 30 n. 1 coppia di traverse LD 34 Traverse limiti prefabbricate in c.a.p. o in legno dipinto	RFI TCARSF AR 03 005 B 14/09/07
	Traverse limiti prefabbricate in c.a.p. o in legno dipinto	
	Traverse limiti prefabbricate in c.a.p. o in legno dipinto	

Prescrizioni sui materiali d'armamento usati servibili per binario corrente

I materiali usati servibili da impiegare sono quelli previsti dal precedente elenco e devono corrispondere alle seguenti caratteristiche minime:

3.3.3.Rotaie

Nei tratti in cui si prevede il rinnovamento totale saranno impiegate rotaie del tipo 60 E I rispondenti alla norma EN 13674 – 1 Fornite nuove in barre da 36 m

Per i soli tratti dove vengono reimpiagate le rotaie esistenti 50 uni l'eventuale fornitura di brevi tratti di rotaie necessarie a seguito per la bonifica delle testate di quelle esistenti saranno sempre del tipo 50 UNI UIC 700/900, definite, in conformità alla circolare FS n. 99 del 14/9/56 "Classificazione delle rotaie usate servibili", **di prima categoria**, cioè con un usura massima di mm 5 (cinque) sia della superficie di rotolamento che nei lembi laterali.

L'usura, in quest'ultimo caso, sarà misurata lungo la retta bisettrice dello spigolo superiore arrotondato del fungo, inclinata di 45° rispetto all'asse verticale delle rotaie, come indicato dalla circolare FS n. 71 del 30/6/1949 "Consumi laterali del fungo delle rotaie". Inoltre le rotaie non dovranno presentare difetti quali rotture, fessurazioni o schiacciamenti.

Le rotaie usate servibili di 1° categoria dovranno provenire da dismissioni di RFI ed acquistati secondo le modalità del protocollo di intesa tra RFI e ASSOFER del 02/02/2006. In ogni caso, anche cioè se non

acquistate direttamente da RFI in quanto consentito dal protocollo di cui sopra, le rotaie dovranno essere corredate, da certificazione di acquisto indicante la descrizione, il luogo di provenienza, lo stato di usura e l'anno di costruzione;

3.3.4.Traverse in c.a.p.

Saranno del tipo RFI 230 , con piastre 60S. Non dovranno presentare fessurazioni o crepe lungo il corpo del manufatto né devono risultare scheggiate o sbeccate, in modo da lasciare scoperta l'armatura in acciaio. Gli attacchi devono essere integri in tutte le loro parti.

Nel caso in cui gli appoggi siano deteriorati è ammessa la rigenerazione, senza però ulteriore onere rispetto al prezzo di fornitura, eseguita tramite sostituzione dei tasselli, delle caviglie, delle soles isolanti in gomma e/o delle rosette elastiche, come disposto dall'Istruzione FS del 12/01/1974.

Nelle curve e relativi raccordi parabolici soggette ad allargamento dello scartamento (raggio inferiore ai 275 m) saranno impiegate traverse in c.a.p. tipo "RFI-230" in C.A.V.P di nuova fornitura con attacco elastico a scartamento variabile tipo Vossloh SKL 14.

L'allargamento sarà realizzato a mezzo cambio dei piastrini riferiti all'attacco, secondo la sequenza a gradini (2,5 mm ogni "kit") prevista dal Costruttore.

Le traverse speciali e i traversoni in c.a.p. dovranno rispettare le specifiche contenute nella norma RFI - TCAR SP AR 03 003 C del 11/07/2006.

3.3.5.Piastre e piastroni

Saranno del tipo previsto per armamenti 60. Non dovranno presentare rotture, piegature o smussi e l'usura non deve essere superiore, in tutte le loro parti, a mm uno, fatta eccezione per le spallette e la sede per le chiavarde che non dovranno presentare alcuna usura.

3.3.6.Prescrizioni sui materiali d'armamento nuovi per binario corrente

I materiali nuovi da impiegare sono quelli previsti dal precedente elenco, e dovranno corrispondere alle categorie, al numero progressivo, alle sigle, alle norme ed ai disegni emessi da RFI (Rete Ferroviaria Italiana)

3.3.7.Traverse in legno nuove per binario corrente

Le traverse in legno di nuova fornitura, per la posa del binario, dovranno rispettare le norme previste dalla "Specificazione Tecnica di Fornitura RFI T CAR SF AR 03 005B del 14/09/2007".

3.3.8.Essenze

Le traverse devono rispondere alle norme previste dalla Specifica Tecnica di Fornitura succitata e dovranno essere ricavate da essenze legnose forti, quali rovere, farnia e roverella.

Saranno di forma regolare e dritta, con la faccia inferiore ricavata a sega e le facce laterali seguenti all'incirca la fibra del legno, incontrando la faccia inferiore ad angolo retto. Tale faccia dovrà avere una larghezza pressoché costante e sarà a spigoli vivi.

Gli smussi saranno tollerati nella faccia superiore, purché la larghezza del piano di ferratura non sia inferiore a quella richiesta, e corrispondente alle tolleranze previste dalla Specifica di cui sopra.

Non sono ammesse fessurazioni superiori a cm 0.5 che coinvolgono, in qualsiasi faccia della traversa, più di un terzo dello spessore, larghezza o lunghezza della traversa medesima.

Le traverse che presentino nel piano orizzontale una curvatura semplice e regolare, la cui freccia non superi i 6 cm saranno ritenute accettabili, mentre non lo saranno quelle che presentino una curvatura verticale (incurvatura) maggiore di 0.5 cm.

Forme e dimensioni

Le forme e i gruppi di classificazione ammesse sono quelle indicate dai disegni e tabelle della Specifica di Fornitura succitata.

Tolleranze

Le tolleranze sono rispettivamente:

- per la lunghezza + 3 cm / - 3 cm;

- per la larghezza, in corrispondenza delle zone di appoggio, niente in meno e, al di fuori di questa zona oltre almeno 10 cm, pari a – 1,5 cm;
- per lo spessore, deve essere lo stesso in corrispondenza delle due zone di appoggio, niente in meno mentre, al di fuori di questa zona oltre almeno 10 cm, pari a – 3 cm;

Le traverse da impiegare dovranno appartenere al 2° gruppo, di essenza forte, ed avere le forme ammesse (1 o 2) con lunghezza minima di m 2.60.

I legnami da scambi dovranno essere approntati con una forma nominalmente rettangolare e rispondente alle norme come da Specifica Tecnica succitata, nonché rispondenti alle seguenti tolleranze:

- lunghezza: + 3 cm / – 3 cm;
- larghezza : + 1 cm / – 0,3 cm ;
- spessore: 1 cm;

per la ferratura: nessuna tolleranza in meno.

3.3.9.Prescrizioni sui deviatori

La fornitura dei deviatori deve rispettare le Specifiche tecniche di fornitura II-D-8, II-D-9,II-D14 aggiornate con circolare : RFI-DTC\A0011\PI\2002\0000541 DEL 05/12/2002 . I deviatori e devono essere costruiti e posati secondo i disegni e piani di posa standard delle Ferrovie dello Stato

Nell'ambito del presente appalto è prevista la fornitura de i seguenti deviatori, :

- Deviatori costruiti nuovi con rotaie usate di prima categoria o usati servibili revisionati corredati certificazione RFI di provenienza su traversoni in legno. tipo SS50/170/0.12 (destri e/o sinistri) ;
- Deviatori costruiti nuovi con rotaie usate di prima categoria o usati servibili revisionati corredati certificazione RFI di provenienza su traversoni in legno. tipo ID 46/170/0.12

La fornitura dei deviatori di cui sopra anche dovrà rispondere alle caratteristiche di seguito riportate . Inoltre nei paragrafi successivi si riportano le prescrizioni da osservare nel caso in cui nel corso dei lavori per eventuali varianti si renda necessaria la fornitura di deviatori.

Deviatoi costruiti nuovi con rotaie usate di prima categoria

Nei deviatori in cui si prevede l'utilizzo di rotaie usate di prima categoria, come definite al precedente paragrafo, dovrà usarsi l'accortezza, nella predisposizione delle rotaie, che presentino tutte lo stesso grado di usura, con particolare attenzione agli aghi ed contraghi.

Tutti i restanti materiali ordinari e speciali dei deviatori devono essere nuovi e provvisti, pertanto, di certificazione. *Si ribadisce che i cuori al manganese nei deviatori 60 uni dovranno essere completamente nuovi*

Deviatoi usati

La fornitura dei deviatori usati dovrà essere effettuata secondo le seguenti prescrizioni:

- la fornitura dovrà essere esclusivamente per i deviatori previsti in elenco, dovranno essere messi a disposizione della Direzione Lavori almeno dieci giorni prima della loro posa in opera, per la verifica dello stato di usura e la valutazione della revisione effettuata. Qualora, su insindacabile giudizio della Direzione Lavori, i deviatori forniti dovessero essere ritenuti non rispondenti a quanto prescritto in capitolato, l'Impresa provvederà a proprie spese provvedere alla loro sostituzione;
- i deviatori dovranno provenire da dismissioni di RFI ed acquistati secondo le modalità del protocollo di intesa tra RFI e ASSOFER del 02/02/2006;
- i deviatori dovranno essere corredati, in ogni caso cioè anche se non acquistati direttamente da RFI, da certificazione di acquisto indicante la descrizione del deviatoio, il luogo di provenienza, lo stato di usura e l'anno di costruzione;
- le rotaie intermedie del deviatoio non dovranno presentare un grado di usura superiore a quello ammesso per le rotaie di prima categoria, mentre nessuna usura è ammessa per cuore e aghi;
- Il deviatoio deve essere posto prima della messa in opera a revisione generale, eventuali parti usurate o deteriorate dovranno essere sostituite con altri rispondenti alle stesse specifiche tecniche, senza aggravio di costo;
- non sono ammesse fornitura di traverse e traversoni in legno usati;

- Eventuale fornitura di deviatori del tipo S50UNI/170/0,12 , su proposta dell'Impresa e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potranno essere sostituiti con l'analoga tipologia 60UNI/170/0,12 a parità di costo, rispettando, ovviamente, le condizioni geometriche di posa previste in progetto.

Casse di manovra

I deviatori (esclusi gli scambi intersezione) con posa tradizionale e non a raso, saranno dotati di aghi elastici e cassetta di manovra mod. 1963 con posa parallela (istruzione FS n. 60 del 10/07/1968). Nel caso di posa a raso (deviatori di tipo stradale) saranno invece dotati di aghi a cerniera articolata, con controrotaia composta da elemento in acciaio ad " U " ed apposite feritoie per gli appoggi e staffe di fissaggio sulla traversa (o saldata sulla trave ipe per la posa su soletta in cls.

La Direzione Lavori confermerà all'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, la tipologia dei deviatori da fornire e posare secondo il progetto esecutivo, cioè se tradizionali o stradali e se in posa retta o in figura.

In caso di variante progettuale, eventuali sostituzioni tra le succitate tipologie, a parità di armamento anche se di tangenza diversa, non danno diritto all'Appaltatore ad una maggiorazione di costo.

Tolleranze di fornitura: (Circolare RFI-DTC\A0011\P\2002\0000541 del 05/12/2002)

Da applicare solo per la fornitura di deviatori o parti di deviatori nuovi

AGHI	
Lunghezza totale degli aghi	± mm fino a 24 m di lunghezza ± 4 mm oltre 24 m
Allineamento della fila direttrice (retta e curva)	±1 mm
Allineamento fila direttrice su base 1500 mm (retta e curva)	± 0.5mm
Distanza tra suola degli aghi e piano di riferimento delle lavorazioni (HM) – Distanza tra suola degli aghi e piano di rotolamento	±0.5mm (+ tolleranza in altezza laminato)
Inclinazione superfici lavorate degli aghi	± 0.5°
Spessore dell'ago nella zona lavorata	± 0.5mm
Diametro dei fori	±1 –0.5 mm
Posizione longitudinale dell'asse dei fori rispetto alla suola	±1mm
Posizione longitudinale dell'asse dei fori sugli aghi rispetto alle relative testate	± 1.5 mm
Superfici di steccatura (valida solo per le superfici di steccatura lavorate)	In accordo con la sezione del profilo laminato
Rugosità delle superfici lavorate a contatto della ruota	Ra 3,2

CONTRAGHI	
Lunghezza totale dei contraghi	± 3 mm fino a 24 m di lunghezza ± 4 mm oltre 24 m
Allineamento della file direttrice (retta e curva)	± 1 mm
Allineamento fila direttrice su base 1500 mm (retta e curva)	± 0,5 mm
Distanza tra suola dei contraghi e piano di riferimento delle lavorazioni	± 0,5 mm (+ tolleranza in altezza laminato)
Inclinazione delle superfici lavorate dei contraghi	± 0,5°
Diametro dei fori	+ 1 -0,5 mm
Posizione dell'asse dei fori rispetto alla suola	± 1 mm
Posizione longitudinale dell'asse dei fori sui contraghi rispetto alle relative testate	± 1,5 mm
Rugosità delle superfici lavorate a contatto con la ruota	Ra 3,2

TELAIO DEGLI AGHI E CONTRAGHI	
Apertura tra le file direttrici misurata al tallone tra ago e conrago	± 1 mm
Tolleranza al contatto tra ago e conrago (per il controllo l'ago deve essere fissato al conrago in corrispondenza dei punti di manovra)	Max 0,5 mm
Contatto tra gambo degli aghi e blocchi di appoggio (per il controllo l'ago)	Max 1 mm

CUORI SEMPLICI DI ROTAIA E CONTROROTAIE	
Distanza tra punta reale e le estremità di ingresso e uscita del cuore	± 2 mm
Distanza tra punta reale e le estremità delle piegate a gomito	± 3 mm
Distanza tra le punte reali della punta e della contropunta	± 2 mm
Lunghezza totale del cuore	± 4 mm
Lunghezza totale della controrotaia e della rotaia unita alla controrotaia	+ 5 mm
Distanza tra le file direttrici alle due estremità del cuore e nelle posizioni intermedie	± 1 mm
Distanza tra fila direttrice e asse fori delle piastre	± 1 mm
Allineamento sul piano orizzontale delle linee direttrici (corretto tracciato e deviata)	± 1 mm
Allineamento locale delle linee direttrici su base 1500 mm (corretto tracciato e deviata)	± 0,5 mm
Tolleranza al contatto tra punta e contropunta	Max 0,5 mm
Planarità della tavola di rotolamento	1 mm
Planarità della tavola di rotolamento misurata su base 1000 mm	0,2 mm
I piani inferiori delle piastre del cuore devono far parte dello stesso piano con una tolleranza, rispetto al piano di controllo, sia in senso longitudinale che trasversale, di	1,5 mm
Posizione longitudinale dell'asse dei fori rispetto alle testate dei relativi laminati	± 1,5 mm
Altezza della punta e della contropunta nella zona lavorata	± 0,5 mm (+ toll. in altezza del laminato)
Distanza tra suola della punta, contropunta, piegate e piano di riferimento delle lavorazioni	± 0,5 mm (+ toll. in altezza del laminato)
Spessore della punta, della contropunta e delle piegate per tutta la zona delle lavorazioni del fungo	± 0,5 mm
Inclinazione delle superfici lavorate	± 0,5°
Diametro dei fori	+ 1 -0,5 mm
Posizione dell'asse dei fori rispetto alla suola	± 1 mm
Intervallo per il passaggio del bordino tra punta e piegata a gomito	+ 1 -0 mm
Intervallo per il passaggio del bordino tra controrotaia e rotaia unita alla controrotaia	± 0,5 mm
Apertura nelle sezioni di ingresso e uscita tra controrotaia e rotaia unita alla controrotaia	± 1 mm
Distanza tra fila direttrice della punta e suola delle piegate a gomito	± 1 mm
Posizionamento longitudinale degli assi delle forature di tutte le piastre d'appoggio, rispetto alla P.M.	± 1 mm
Rugosità delle superfici lavorate di contatto con la ruota	Ra 3,2

CUORI DOPPI DI ROTAIA	
Distanza tra punto di piega del cuore doppio e le estremità di ingresso e uscita del cuore	± 2 mm
Distanza tra punto di piega del cuore doppio e le punte reali	± 1 mm
Lunghezza totale del cuore	± 4 mm
Lunghezza totale della controrotaia	± 5 mm
Distanza tra le file direttrici alle due estremità del cuore e nelle posizioni intermedie	+ 1 mm
Distanza tra fila direttrice e asse fori delle piastre	± 1 mm
Allineamento sul piano orizzontale delle linee direttrici	± 1 mm
Allineamento locale delle linee direttrici misurato su base 1500 mm	± 0,5 mm
Planarità della tavola di rotolamento	1 mm
Planarità della tavola di rotolamento misurata su base 1000 mm	0,2 mm
I piani inferiori delle piastre del cuore devono far parte dello stesso piano con una tolleranza, rispetto al piano di controllo, sia in senso longitudinale che trasversale, di	1,5 mm
Posizione longitudinale degli assi dei fori rispetto alle testate dei relativi laminati	± 1,5 mm
Altezza della punta nella zona lavorata	± 0,5 mm (+ toll. in altezza del laminato)
Distanza tra suola della punta, delle piegate e piano di riferimento delle lavorazioni	± 0,5 mm
Spessore della punta e delle piegate per tutta la zona delle lavorazioni	± 0,5 mm
Inclinazione delle superfici lavorate	± 0,5°
Diametro dei fori	+ 1 -0,5 mm
Posizione dell'asse dei fori rispetto alla suola	± 1 mm
Intervallo per il passaggio del bordino tra punta e piegata a gomito	+ 1 -0 mm
Intervallo per il passaggio del bordino tra controrotaia e punta	± 0,5 mm
Intervallo per il passaggio del bordino tra controrotaia e piegata a gomito in corrispondenza del punto di piega del cuore doppio	+ 1 -0,5 mm
Apertura nelle sezioni di ingresso e uscita tra controrotaia e punta	± 1 mm
Posizionamento longitudinale degli assi delle forature di tutte le piastre d'appoggio, rispetto al punto di piega del cuore doppio	± 2 mm
Rugosità delle superfici lavorate di contatto con la ruota	Ra 3,2

3.3.10. Manipolazione materiali

Nella fornitura di tutti i materiali occorrenti nei lavori, sono a carico dell'Appaltatore gli oneri relativi al trasporto, con mezzi a scelta dell'Appaltatore medesimo, dai luoghi di fabbricazione, se nuovi, o dai luoghi di giacenza, se usati servibili, e fino al sito di lavoro.

Spetta altresì all'Appaltatore, quali oneri di fornitura:

- lo scarico dei materiali e il loro regolare accatastamento, nelle aree di deposito da provvedersi a propria cura o messe a disposizione dalla Direzione Lavori, compresa la formazione di cumuli nel caso di pietrisco, pietrischetto o detrito di cava;
- il successivo carico, dai luoghi di deposito e su mezzi dell'Appaltatore, il trasporto lungo linea e lo scarico nei cantieri d'impiego di detti materiali;

- il recupero dei materiali eccedenti o degli sfridi di lavorazione ed il loro allontanamento o accatastamento, secondo gli ordini della Direzione Lavori.

Nella manipolazione delle rotaie, in nessun caso e per nessun motivo quest'ultime dovranno essere lasciate cadere, sia pure da piccole altezze, dovendo invece essere scaricate ed adagiate a terra lentamente.

Nella distribuzione lungo linea e nel loro riordino, inoltre, dovrà essere assolutamente evitato che le rotaie vengano inflesse, in qualsiasi piano di riferimento, per valori di raggi di curvatura inferiori a 50 m, corrispondenti a frecce indotte di 22,5 mm su corde di 3 m. Dovranno pertanto impiegarsi, esclusivamente, le attrezzature previste a tale scopo (portali, gruette, caricatori ecc.).

Si dovranno inoltre evitare urti, abrasioni o qualunque altro tipo di danneggiamento, utilizzando idonee protezioni in fase di trascinamento; ad esempio con spezzoni di legno.

E' altresì fatto assoluto divieto di usare, per l'accostamento o allontanamento delle testate di rotaie, lo scalpello o la mazza sulle giunzioni che restano libere.

Nella manipolazione delle traverse, il carico, il trasporto, lo scarico e l'accatastamento dovrà essere effettuato con l'adozione di idonee attrezzature e con le precauzioni e cautele che la natura e le caratteristiche delle traverse stesse richiedono, al fine di evitare qualsiasi danno alle medesime.

In particolare, nel caso d'accatastamento di traverse in cemento armato precompresso in più strati, questi dovranno essere opportunamente separati da listelli di legno.

Il limite di peso, eventualmente indicato in Tariffa, per le traverse in c.a.p. è da intendersi comprensivo, oltre al peso del manufatto in c.a.p., anche degli organi d'attacco ivi incorporati o premontati.

3.4.FORNITURA DI PIETRISCO

La fornitura di pietrisco, destinato a costituire la massicciata ferroviaria, sia nelle costruzioni a nuovo come nelle manutenzioni, si realizzerà approvvigionando materiale litoide e rispondente alla classificazione ed alle caratteristiche richieste dai capitolati in vigore presso le Ferrovie dello Stato (Prescrizione tecniche del 01/03/1994 n. R/ST.OC.I.01/8101) e **RFI DTC SICS GE SP IFS 002 A**.

Nell'esecuzione della fornitura, sono da ritenersi compresi e compensati tutti gli oneri derivanti dall'approvvigionamento. Il relativo prezzo d'elenco comprende pertanto:

- il carico in cava;
- il trasporto dalla cava di produzione al luogo d'impiego, utilizzando mezzi stradali e/o carri ferroviari di cui l'Appaltatore abbia piena disponibilità;
- lo scarico e la stesa in opera in opera;
- l'eventuale formazione di cumuli per depositi provvisori, compresa la successiva manipolazione per carico, trasporto e scarico;
- la conseguente acquisizione ed idonea sistemazione di aree per depositi provvisori;
- l'eventuale creazione di rampe di accesso ai luoghi d'impiego e per il transito su terreni o strade di proprietà privata, compreso il successivo ripristino delle zone a lavoro ultimato.

La misurazione, ai fini contabili, del volume di pietrisco fornito, sarà ricavata dal computo delle sezioni della massicciata ricavabili da quelle di progetto esecutivo, non detraendo, convenzionalmente, il volume delle traverse.

Il pietrisco da impiegare nei lavori dovrà risultare composto di elementi compatti (cioè non cariati, non fratturati, a bassa porosità, non gelivi e comunque non alterati o in corso di alterazione), bene assortiti, pugniformi, a spigoli vivi, ed aventi dimensioni, in ogni direzione, comprese fra mm. 30 e mm. 60, scevro di polvere, terra vegetale o altro materiale estraneo, nonché privo di sostanze che siano ritenute nocive alla salute dei lavoratori.

Il pietrisco da fornire, in accordo con le prescrizioni di progetto, sarà normalmente **di 3a categoria**, composto cioè, secondo la classificazione FS, da rocce sedimentarie con coefficiente d'abrasione **Los Angeles da 17 a 23** e dovrà provenire da cave autorizzate dalle Ferrovie dello Stato e derivare dalla frantumazione di pietra viva, estratta da strati di roccia idonea.

La pezzatura prevista 30/60 mm, su campione di 50 Kg ai crivelli, ammetterà le seguenti tolleranze in peso:

- 6% di elementi non passanti da 60 mm ma passanti da 80 mm;

- 5% di elementi passanti da 30 mm ma non passanti da 20 mm;
- 2% di elementi non passanti da 80 mm;
- 1% di elementi passanti da 20 mm.

L'Impresa presenterà al Direttore Lavori la documentazione attestante la qualificazione.

La Direzione Lavori si riserva di far eseguire, in ante ed in corso di fornitura, prove di abrasione e di pezzatura per la verifica delle caratteristiche richieste, nell'intesa che il pietrisco non rispondente ai requisiti sarà rifiutato.

Per ulteriori dettagli, dimensioni e quantità si rimanda, agli elaborati esecutivi ed al computo metrico estimativo.

3.5.DEMOLIZIONE DI BINARIO CORRENTE

La demolizione di binario, di qualsiasi modello ed in qualsivoglia condizione di posa (su traverse, cordoli, platee, fosse di visita, travate ecc.), da contabilizzarsi a metro lineare, comprende e compensa:

- la sguarnitura della massiciata, ove esistente, per liberare gli organi del binario;
- lo smontaggio e la rimozione degli organi del binario, comprese le controrotaie se esistenti;
- l'accatastamento ordinato dei materiali di risulta riutilizzabili, su aree messe a disposizione e secondo le indicazioni della Direzione Lavori;
- il trasporto a discarica dei materiali di rifiuto, compresi gli oneri per diritti e tributi previsti speciali dalla legge 549/95;
- la regolarizzazione superficiale della sede del binario demolito, mediante colmata dei vani lasciati liberi dagli appoggi ed il regolare spianamento della sede stessa per tutta la larghezza della massiciata fino all'asse dell'intervista o al lembo dell'unghiatura.

Nel prezzo della demolizione sono compresi i tagli eseguiti per la scomposizione delle rotaie, anche nel caso di recupero, in barre della lunghezza che sarà ordinata dalla Direzione Lavori, per successivo reimpiego con eventuale bonifica delle stesse, nel prezzo è compreso altresì l'accumulo laterale del pietrisco esistente per la realizzazione della pista di cantiere e il recupero di minimo un mc per ml di massiciata per il suo successivo riutilizzo in sito.

La demolizione di binari posti a raso, su piazzali o passaggi a livello, non comprende la demolizione della pavimentazione, da compensarsi a parte.

3.6.DEMOLIZIONE DI SCAMBI ED INTERSEZIONI

La demolizione di scambi, di scambi-intersezione (inglesi) o intersezioni semplici, di qualsiasi modello e tangente, da contabilizzarsi a numero, comprende e compensa:

- la sguarnitura della massiciata, ove esistente, per liberare gli organi d'attacco e di giunzione, nonché i meccanismi;
- la rimozione ed il recupero della cassetta di manovra;
- lo smontaggio, in corrispondenza delle giunzioni o delle eventuali saldature, compresi i tagli a cannello occorrenti, per ricavare le singole parti costituenti lo scambio (ago-contrago, rotaie intermedie, cuore, rotaia-controrotaia) e successiva rimozione ed accatastamento delle parti metalliche nonché dei legnami, su aree messe a disposizione e secondo le indicazioni della Direzione Lavori;
- il trasporto a discarica dei materiali di rifiuto, compresi gli oneri per diritti e tributi previsti speciali dalla legge 549/95;
- la regolarizzazione superficiale della sede dello scambio demolito, mediante colmata dei vani lasciati liberi dagli appoggi ed il regolare spianamento della sede stessa, per tutta la larghezza della massiciata, fino all'asse dell'intervista o al lembo dell'unghiatura.

Nel prezzo della demolizione sono perciò compresi i tagli eseguiti per la scomposizione dello scambio o intersezione in singole parti, anche nel caso di recupero, secondo gli ordini della Direzione Lavori, per successivo reimpiego di tali parti con eventuale bonifica delle vecchie giunzioni e/o saldature.

3.7. COSTRUZIONE DEL BINARIO

3.7.1. Generalità

La costruzione del binario corrente, da computarsi a metro lineare, sia in retta che in curva, con impiego di traverse in c.a. nuove o usate servibili ed eventualmente con traversine in legno se previste dal progetto e di rotaie, nuove o usate servibili di qualsiasi tipo e lunghezza, da porre in opera con testate sfalsate normalmente a 12 m se giuntato oppure affiancate se da predisporre per composizione in lunga barra, comprende e compensa i seguenti oneri:

- la formazione di un primo strato di massicciata, con fornitura da compensarsi a parte, di spessore compreso fra 10 e 15 cm, per consentire il regolare e completo appoggio delle traverse, impiegando pietrisco scaricato da mezzi stradali, oppure da prelevare da cumuli predisposti lungo la sede del corpo stradale, compreso il paleggiamento e la stesa in opera del pietrisco stesso;
- la compattazione di detto primo strato di massicciata, per ottenerne l'assestamento, da eseguire mediante idonei mezzi gommati;
- la realizzazione del tipo di posa di binario prescritto, con traverse poste all'interasse definito dal modulo, con tolleranza di 3 cm in più o in meno;
- la posa delle piastre e la lavorazione delle traverse di legno nuove o la rilavorazione di quelle usate servibili, previa otturazione dei fori con cavicchi;
- la posa in opera sulle piastre, o direttamente sulle traverse se in c.a.p. a posa diretta, delle tavolette previste in legno o gomma;
- il montaggio, sugli appoggi predisposti sulle traverse, delle rotaie di qualsiasi tipo e lunghezza, già distribuite lungo linea;
- la posa del materiale minuto e lo stringimento accurato di tutti gli organi di attacco, previa lubrificazione, o la posa in opera ed il serraggio dei fermagli;
- la formazione di regolari agi o luci di dilatazione ovvero l'accostamento delle testate per la successiva saldatura;
- la realizzazione dello scartamento regolamentare, sia con traverse in legno che in cemento armato precompresso, con tolleranza di 2 mm in più o in meno e non più di 1 mm tra appoggi consecutivi;
- la formazione delle giunzioni, previo taglio e foratura delle rotaie, compresa la raschiatura e lubrificazione dei piani di steccatura ed il montaggio delle ganasce;
- la sistemazione planimetrica del binario, in retta ed in curva, da farsi in anticipo al livellamento secondo le picchettazioni di riferimento;
- la sistemazione del livello longitudinale e trasversale del binario, in retta ed in curva, secondo le picchettazioni di riferimento;
- il livellamento sistematico del binario con rinalzata di tutti gli appoggi comprese le traverse di giunzione, da eseguire con mezzi meccanici pesanti agenti a vibrocompressione e muniti di dispositivi autolivellanti ed autoallineanti, per dare al binario un perfetto livello longitudinale e trasversale ed un regolare allineamento;
- la riguanitura e profilatura della massicciata secondo le sezioni tipo di progetto, da effettuarsi a mano o con mezzi meccanici, compresa l'eventuale ricarica di pietrisco;
- la manutenzione del binario costruito, a cura e spese dell'Appaltatore, per il periodo dall'ultimazione fino al collaudo FS, eliminando tutti gli eventuali difetti, di livello geometrico od altro, che si dovessero riscontrare e riconducibili alla costruzione, compresi quelli rilevati in sede di collaudo.

La sequenza delle operazioni descritte e relative alla costruzione del binario potrà essere modificata in relazione, anche, all'organizzazione cantieristica dell'Appaltatore, previo benessere della Direzione Lavori, purché non incida in alcun modo sulla qualità del lavoro finito.

Sempre in merito alla costruzione del binario, si forniscono le ulteriori precisazioni e prescrizioni che seguono.

Nell'appalto in oggetto è prevista l'esecuzione di un secondo livellamento sistematico, al termine del periodo di assestamento successivo alla costruzione e comunque non prima di tre mesi dopo l'entrata in esercizio del raccordo.

Per ulteriori dettagli, dimensioni e quantità si rimanda, agli elaborati esecutivi ed al computo metrico estimativo.

3.7.2. Distribuzione delle traverse

Nell'eseguire la distribuzione delle traverse (appoggi) l'Appaltatore è tenuto ad osservare le disposizioni in vigore presso le Ferrovie dello Stato (Circolare n. 19 del 5/03/1959 L.C/5/2/18517/1 e 51 del 25/005/1956 L.5/1S.55/2/20528), secondo quanto appresso riportato.

Ad ogni tipologia di binario è assegnata, dalle FS, una distanza fra gli assi degli appoggi detta **passo normale o modulo**, costante su tutto lo sviluppo del binario. Tale passo o modulo, precisato nella presente tabella, è da considerarsi l'elemento base per la costruzione di binario di una stessa tipologia d'impiego, indipendentemente dalla lunghezza delle campate e dallo sfalsamento dei giunti.

TIPI DI POSA NORMALI	MODULO INTERASSE FRA APPOGGI	DI GLI	DISTANZA FRA ASSI DEGLI APPOGGI A PASSO NORMALE
I - Binari di corsa di linee commerciali	6/10 m		60 cm
II - Altri binari	6/9 m		66,6 cm

Nei binari di raccordo sarà adottato, di norma e secondo progetto esecutivo, il modulo di posa 6/9 m (9 appoggi su 6 m pari ad un interasse di 66,6 cm).

Come già indicato, fermo restando il numero delle traverse, nella distribuzione degli appoggi si ammette una tolleranza di 3 cm in più o in meno, rispetto all'interasse di posa teorica prescritto.

Nessuna tolleranza è ammessa invece sul parallelismo delle traverse.

La distribuzione degli appoggi, eseguita con detto modulo o passo costante, potrà subire degli adattamenti per un limitato numero degli stessi, ove in generale sia necessario spostare qualche appoggio rispetto allo spartito teorico prestabilito, senza per questo modificare la distribuzione generale.

L'adattamento consisterà nel distribuire in modo differente solo alcune traverse adiacenti al punto singolare, senza variare il numero richiesto dal tipo di posa, ma con la sola variazione del loro interasse.

Il numero delle traverse da spostare dovrà essere il minore possibile e la variazione dell'interasse relativa agli appoggi spostati non dovrà essere, in ogni caso, superiore al 10% dell'interasse normale prescritto.

Gli adattamenti in questione si rendono indispensabili in corrispondenza di saldature, giunti isolanti, ecc. e sono sistematici nella formazione di giunzioni appoggiate.

In tal caso, l'adattamento del passo consiste nel ripartirlo sugli 8 appoggi adiacenti, 4 per parte, consentendo l'inserzione della traversa doppia di giunzione computata come singolo appoggio.

In fase di costruzione del binario, la distribuzione delle traverse " a modulo", dovrà essere riferita sempre alla stessa fuga di rotaie, la quale servirà di base allo spartito degli appoggi. Nei binari da armarsi a giunzioni il modulo dovrà essere eseguito partendo dalle testate delle rotaie.

3.7.3. Sfalsamento delle testate delle rotaie

Con le pose normali, aventi cioè campate di rotaie di lunghezza uguale nelle due file, sono prescritti i seguenti sfalsamenti delle testate:

Binario con rotaia di m	36	30	24	18
Sfalsamento m	12	12	6	6

Nel caso di rotaie di lunghezze diverse da quelle esposte precedentemente lo sfalsamento sarà pari a quello previsto per la lunghezza superiore.

Sono in generale da evitarsi sfalsamenti da 6 m, ed assolutamente non ammessi valori inferiori.

La costruzione di binario giuntato sarà eseguita, di norma e secondo progetto esecutivo, con campate da 36 m, al fine di ridurre al minimo il numero di giunzioni.

Tali campate, a giudizio della Direzione Lavori, potranno essere formate dalla composizione, con saldatura alluminotermica, di campate di lunghezza inferiore, ma mai sotto i 12 m. In questo caso, la concessione data all'Appaltatore non dovrà comportare un maggiore onere per la Direzione Lavori.

Il medesimo criterio sarà utilizzato qualora, nella costruzione di binario, si debbano realizzare brevi tratti di completamento di lunghezza fuori standard (serraglie). La lunghezza delle serraglie definitive non dovrà essere inferiore a metri 12 su rotaie nuove e a m 6 su rotaie usate servibili o rigenerate; quando ciò non risulti possibile, si formeranno serraglie di lunghezza minore ai 12 metri o 6 metri, ma, in ogni caso, non inferiori al minimo assoluto ammesso di 3 metri.

3.7.4. Formazione delle giunzioni

Nella costruzione del binario giuntato si dovrà procedere alla formazione delle giunzioni dotandole delle regolari luci di dilatazione, conformemente a quanto previsto dalle normative delle Ferrovie dello Stato. Si eseguirà perciò:

- la determinazione delle luci da assegnare ricavate dalle tabelle di posa, sulla base della temperatura rilevata dai termometri di rotaia e della lunghezza delle stesse;
- l'allentamento di tutti gli organi di attacco, nonché delle chiavarde e delle ganasce;
- il sollevamento delle rotaie con l'uso di leve, per eliminare l'attrito tra suola e piastra e facilitarne quindi la distensione;
- lo scorrimento delle rotaie per la corretta formazione delle luci di dilatazione;
- la formazione dello smusso alle testate delle rotaie, con lima o mola a smeriglio, di dimensione di mm 2 x 2, in corrispondenza delle facce laterali del fungo e del piano di rotolamento;
- l'eventuale raschiatura, con spazzole metalliche, e la spalmatura, con idonea miscela lubrificante, dei piani di steccatura, alle estremità delle rotaie e delle superfici interne delle ganasce;
- i tagli a sega e le forature, con attrezzature idonee, nel gambo delle rotaie, necessari per la formazione delle giunzioni;
- il montaggio delle ganasce di giunzione;
- il serraggio di tutti gli organi di attacco e delle chiavarde delle ganasce.

La temperatura di posa sarà rilevata con termometri da rotaia, da collocarsi a metà altezza del fungo e dal lato esterno del binario, mentre la misurazione della luce di posa si farà con l'ausilio di apposite piastrine metalliche.

Le operazioni per la formazione delle luci dovranno essere effettuate per tratti di binario di lunghezza contenuta, in modo che, nell'intervallo di tempo richiesto per le operazioni stesse, le eventuali variazioni di temperatura siano trascurabili.

La formazione delle luci di dilatazione dovrà essere eseguita quando la temperatura risulti inferiore a quella per la quale, nella tabella relativa, è previsto il valore zero (luci chiuse).

Il controllo definitivo, della regolare formazione delle luci di dilatazione, dovrà essere effettuato dopo che il binario sia stato ricalzato e livellato.

Le luci nelle giunzioni estreme dei deviatori saranno ancora quelle di tabella, rapportate però alla media tra le lunghezze adiacenti del deviatoio e delle rotaie o d'altro apparecchio del binario attestato alle giunzioni stesse.

Se la lunghezza media non è compresa tra quelle riportate in tabella si adotterà la luce corrispondente alla lunghezza più prossima, come pure si farà in caso di posa di rotaie di lunghezza diversa o d'inserimento di serraglie.

La tolleranza ammessa per ogni singola luce, non dovrà superare i due millimetri in più o uno in meno, rispetto al valore prescritto dalla tabella di posa.

Le giunzioni di rotaia saranno, di norma e secondo il progetto esecutivo, del tipo "appoggiato" su due traverse accoppiate in legno (LD), anche nel caso d'impiego, in campata, di traverse in cemento armato precompresso.

3.7.5. Formazione delle giunzioni tra binario e deviatori di armamento diverso:

Le giunzioni di rotaie 60 uni con deviatori di armamento 50uni o 46uni potranno essere eseguite:

- Se il deviatore è inserito in un tratto di binario in lunga barra saldata per mezzo di saldatura promiscua 60uni-50uni;
- Se la giunzione è necessaria per la realizzazione del tratto polmone, comunque di tipo tradizionale si dovrà provvedere all'inserimento di uno spezzone di rotaia di lunghezza non inferiore a ml 6.00 con giunzione saldata 50-60uni sul binario corrente predisposto, con i fori per la realizzazione di una giunzione tradizionale rispetto al deviatore.

La realizzazione delle giunzioni promiscue non danno diritto a maggiorazioni in quanto esse sono compensate dalle singole voci in elenco prezzi per l'esecuzione di: saldature, formazione di giunzioni e costruzione e fornitura di binario corrente.

LUCI DI POSA PER BINARIO ARMATO CON ATTACCHI INDIRETTI E CON MASSICCIATA NORMALE DI PIETRISCO (Istruzione FS : circolare n. 61 del 24/06/59 L.C. 5.1.2/59526/103)

3.7.6. Scartamento del binario

Lo scartamento normale del binario (circolare FS L.4213/338/6.5 del 25/10/1986) - definito come distanza tra i bordi interni dei funghi delle due rotaie misurata a 14 mm al di sotto del piano di rotolamento - è, in rettilineo ed in curva di raggio superiore o uguale a m 275, di mm 1.435.

Per le curve di raggio inferiore a m 275 lo scartamento dovrà essere realizzato come segue:

- mm 1.440 per curve di raggio da m 275 e fino a m 250;
- mm 1.445 per curve di raggio da m 250 e fino a m 225;
- mm 1.450 per curve di raggio da m 225 e fino a m 200;
- mm 1.455 per curve di raggio da m 200 e fino a m 175;
- mm 1.460 per curve di raggio da m 175 e fino a m 150;
- mm 1.465 per curve di raggio inferiore a m 150.

raccordandolo con un incremento di 1 mm al metro, da eseguirsi sulla rotaia interna alla curva.

La lunghezza del raccordo di scartamento deve distribuirsi a cavallo del punto di tangenza, per una prima metà nella parte in rettilineo e per l'altra in curva.

Infine, per gli scambi inseriti in una curva avente scartamento allargato, il raccordo fra lo scartamento dello scambio, in corrispondenza delle giunzioni estreme, con quello maggiore della curva, dovrà eseguirsi ad iniziare dalle giunzioni medesime.

Nella realizzazione dello scartamento del binario corrente, in fase di costruzione, è ammessa una tolleranza di millimetri due in più o in meno, con la condizione che fra due successivi appoggi non si debbano riscontrare variazioni superiori al millimetro.

3.7.7. Sagome della massicciata

Nella costituzione e profilatura della massicciata, in fase di costruzione del binario, l'Appaltatore ha l'obbligo di osservare il profilo delle sezioni tipo, indicate dal progetto esecutivo.

Normalmente, salvo diversa prescrizione progettuale, sarà adottato un profilo tratto dalla sagoma tipo "B" delle Ferrovie dello Stato, garantendo però, per qualsiasi tipo di traversa utilizzata, uno spessore maggiorato a cm. 25 di pietrisco sotto il piano di posa della traversa medesima.

Nell'appalto in oggetto è prevista, come di consuetudine, l'adozione della sezione tipo "B" delle Ferrovie dello Stato per l'intero sviluppo dell'armamento,

Per ulteriori dettagli, dimensioni e quantità si rimanda agli elaborati di progetto ed al computo metrico estimativo.

3.7.8.Modalità relative ai lavori di costruzione

La distribuzione delle traverse dovrà effettuarsi sulla massiciata regolarmente spianata, procurando di allinearle perfettamente e collocarle, per quanto possibile, nella giusta posizione secondo l'interasse prescritto, in modo da ridurre al minimo gli eventuali spostamenti, prima della successiva posa in opera delle rotaie.

Eventuali spostamenti che si rendessero necessari, dovranno essere eseguiti manualmente, con l'ausilio di leve d'acciaio, da maneggiare con cura specie in presenza di traverse in c.a.p., mentre è assolutamente vietato l'uso del piccone per lo spostamento delle traverse in legno.

Nella fase di costruzione è fatto divieto di appoggiare le traverse, sia in legno che in c.a.p., senza la stesa sul piano di piattaforma di un primo strato di pietrisco, di spessore compreso tra 10 e 15 cm, opportunamente compattato.

Nelle operazioni di posa in opera di traverse o traversoni da scambio di legno, l'Appaltatore deve curare l'esatta esecuzione della foratura delle traverse stesse, in modo da realizzare lo scartamento voluto nel tratto di binario in lavorazione. La foratura dei legnami dovrà essere eseguita in modo da attraversare i medesimi da parte a parte, mediante verrine ad elica, il cui diametro è da scegliersi in funzione delle dimensioni delle caviglie e dell'essenza dei legnami stessi. Se necessario, lo spianamento della superficie d'appoggio delle piastre e/o le nuove intagliature sulle traverse di legno saranno realizzate a mano con l'ascia o con altro mezzo meccanico.

Ogni irregolarità in tali operazioni, riscontrata sia in sede esecutiva del lavoro come all'atto del collaudo, che comportasse una rilavorazione con rforatura della traversa per portare lo scartamento alle misure corrette, non sarà accettata, ed il Direttore Lavori ordinerà la sostituzione con traversa nuova.

Il taglio di rotaie potrà eseguirsi con l'impiego di cannello ossipropanico, con tassativa esclusione nel caso di rotaie dure tipo UIC 900, per le quali è d'obbligo il taglio meccanico a sega.

Gli attrezzi, gli utensili e gli strumenti, quali calibri o termometri per la misurazione della temperatura della rotaia, occorrenti per l'esecuzione dei lavori utilizzati dall'Appaltatore, dovranno essere del tipo accettato dalle FS. Inoltre, operando in impianti dotati di circuiti elettrici di binario,

occorrerà provvedere che gli attrezzi usati risultino perfettamente isolati nelle parti a contatto con le rotaie dello stesso binario. L'Appaltatore medesimo dovrà inoltre, in ogni tempo e dietro richiesta, dimostrare di essere sufficientemente provvisto di tutti i mezzi suddetti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di dotare le macchine incavigliatrici, che trovano impiego nei lavori oggetto del contratto, di un indicatore di coppia con dispositivo preregolatore, affinché lo stringimento degli organi d'attacco sia realizzato in modo che, la distanza fra le spire delle rondelle elastiche risulti, al controllo dell'apposito calibro FS, compresa fra i due e i tre millimetri, oppure nei limiti di distanza che prescriveranno le normative delle Ferrovie dello Stato.

Gli organi d'attacco, come pure i dadi delle chiavarde di giunzione, qualora fossero avvitati a mano mediante chiavi ordinarie, dovranno essere serrati senza aggiungere alcun allungamento al braccio di leva.

La rinalzatura delle traverse, connessa alla costruzione del binario, dovrà essere eseguita esclusivamente mediante l'impiego di macchine rinalzatrici di tipo pesante, funzionanti a vibro-compressione e dotate di dispositivi di regolazione automatica di livello ed allineamento, restando vietato in modo assoluto l'uso di mezzi meccanici individuali e/o agenti a percussione. Tali macchine dovranno risultare in condizioni di massima efficienza e come tali idonee a conseguire i più elevati rendimenti qualitativi.

Ai fini dell'efficacia nella rinalzatura degli appoggi, si prescrive che le traverse debbano presentare, dopo l'intervento, un nucleo compatto ed assodato di pietrisco per tutta la loro larghezza e per una lunghezza di cm 40 per parte, rispetto all'asse di ciascuna rotaia.

In ogni caso, ai fini di sicurezza contro lo svio di mezzi su rotaia, il tratto di binario in lavorazione non dovrà presentare cedimenti differenziati degli appoggi che inducano difetti di livello trasversale tali da determinare sghembi superiori ai seguenti valori:

- 5‰ (cinque per mille) fra sezioni a distanza di m 3;
- 3‰ (tre per mille) fra sezioni a distanza di m 6.

Le misure di riscontro per i valori degli sghembi saranno effettuate su sezioni trasversali consecutive a distanza di un metro.

3.7.9. COSTRUZIONE DEL BINARIO CON CONTROROTAIE

Per la costruzione di binario con controrotaie, connesso alla posa a raso su zone pavimentate e qualora ne venga esplicitamente prescritta l'esecuzione, valgono le medesime prescrizioni relative alla costruzione del binario corrente, con l'aggiunta dei seguenti oneri, compresi e compensati:

- la foratura ad interasse prescritto (modulo) nel gambo delle rotaie;
- la posa dei blocchetti distanziatori secondo lo spartito previsto;
- la posa ed eventuali tagli di adattamento delle controrotaie;
- il serraggio sulle piastre speciali sia delle rotaie che delle controrotaie;
- la posa delle chiavarde di serraggio rotaia- controrotaia.

Per ulteriori dettagli, dimensioni e quantità si rimanda, agli elaborati esecutivi ed al computo metrico estimativo.

Nell'appalto in oggetto è prevista la costruzione di binario dotato di controrotaie in corrispondenza dei passaggi a raso della viabilità.

Per ulteriori dettagli, dimensioni e quantità si rimanda agli elaborati esecutivi ed al computo metrico estimativo.

3.7.10. Saldatura delle rotaie

Generalità

La saldatura con procedimento alluminotermico sarà eseguita (istruzione: RFITCARSTAR07001A del 19/12/2001), impiegando forme prefabbricate, su rotaie in opera di qualsiasi tipo e lunghezza, anche per formazione di lunghe rotaie saldate, di serraglie o nella costruzione di deviatori, oppure di rotaie poste fuori opera, di qualsiasi tipo e lunghezza, per formazione di campate di qualsivoglia maggior lunghezza. In tal caso sarà compreso e compensato l'eventuale prelievo dalle cataste ed il trasporto, fino al banco di lavoro, delle rotaie da saldare, nonché, a saldature eseguite, il trasporto e deposito delle rotaie nei luoghi che saranno indicati dalla Direzione Lavori, il tutto nell'ambito dello stesso cantiere.

Prima dell'inizio dei lavori di saldatura l'Appaltatore dovrà notificare alla Direzione Lavori i nominativi del personale destinato ad eseguire le saldature che dovrà essere in possesso di apposito certificato di idoneità.

Nell'eseguire le saldature con il procedimento alluminotermico, l'Appaltatore, oltre ad adottare tutti gli accorgimenti previsti per la migliore esecuzione delle saldature, dovrà rispettare tutti gli obblighi qui di seguito elencati nonché tutte le altre prescrizioni che nel corso dei lavori verranno impartite dalla D.L.:

3.7.11. Materiali da impiegare e modalità esecutive

Le forme prefabbricate, all'atto dell'impiego, non dovranno presentare lesioni o rotture che possano compromettere la buona riuscita della saldatura.

Dovranno essere eseguite mediante il seguente procedimento:

- allentamento degli organi di attacco di venti appoggi a cavallo della saldatura da realizzare;
- rimozione della massicciata contenuta nei vani delle traverse per la parte interessata la zona di saldatura;
- accostamento od allontanamento delle testate con mezzi ritenuti idonei dalla Direzione Lavori per ottenere una luce compresa fra i 24 e i 26 mm;
- qualora per l'esecuzione della saldatura fosse necessario asportare una fettina di rotaia da una delle testate, il taglio sarà effettuato con troncatrice meccanica e dovrà essere particolarmente curato mediante opportuna tracciatura affinché le facce risultino parallele e normali all'asse longitudinale delle rotaie;
- dovrà essere eseguita un'accurata pulizia delle testate con spazzole metalliche, per asportare eventuali bave e tracce di ossidazione o di residui grassi;
- il preriscaldamento, della durata di circa 2 minuti, dovrà eseguirsi in modo da ottenere, sulle testate delle rotaie da saldare, la temperatura idonea per la perfetta riuscita della saldatura;
- l'afflusso del gas dovrà essere regolato in modo da ottenere una pressione da 5 atm. per l'ossigeno e di 1,5 atm. per il propano;
- l'altezza del cannello dal piano di rotolamento sarà di 30-35 cm, il diametro dei tubi di 8 mm e la loro lunghezza di 4 m;

- il crogiolo dovrà essere opportunamente essiccato prima dell'impiego e dovrà avere il tappo autofondente;
- la temperatura minima delle rotaie per l'esecuzione delle saldature è di 0°C;
- la sformatura delle saldature dovrà essere effettuata dopo 3-3,5' dalla fine della colata;
- le saldature, dopo il raffreddamento, devono essere molate con mole a smeriglio, con particolare cura, sul piano del ferro e sul fianco interno del fungo ed essere perfettamente pulite con spazzole metalliche dalla terra refrattaria lasciata dalle forme, che dovrà essere subito allontanata dalla massicciata;
- stringimento degli organi di attacco allentati;
- riguanitura della massicciata rimossa per eseguire la saldatura ed eliminazione dei residui delle forme di fusione;
- indicazione sulla suola delle rotaie in opera, con vernice bianca, del numero progressivo della saldatura eseguita e la temperatura delle rotaie al momento della saldatura.

Si ribadisce che:

- prima della posa in opera delle forme, allo scopo di evitare cretti orizzontali sul gambo dovuti al ritiro di raffreddamento, gli eventuali fori esistenti sulle rotaie, in prossimità della zona che verrà interessata dalla saldatura, dovranno essere eliminati mediante taglio con cannello e, ove ciò non risulti possibile, dovranno essere otturati con apposito mastice termoconduttore o con dischetti di acciaio dolce aventi lo spessore del gambo delle rotaie da saldare ed un diametro che consenta l'otturazione a freddo ed a forza dei dischetti stessi; detti dischetti potranno essere recuperati a saldatura completamente finita. Qualora per l'esecuzione della saldatura fosse necessario asportare una fettina di rotaia da una delle testate, il taglio a cannello, dovrà essere particolarmente curato mediante opportuna tracciatura o guida del cannello, affinché la luce risultante sia compresa nei limiti appresso indicati e le facce risultino parallele fra di loro e normali all'asse longitudinale delle rotaie;
- la pulizia accurata delle testate, con spazzole metalliche, per esportazione delle scorie formatesi durante il taglio e di eventuali tracce di ossidazione o di residui grasso-oleosi;
- il preriscaldamento dovrà eseguirsi in modo da ottenere, sulle testate delle rotaie da saldare, la temperatura idonea per la perfetta riuscita della saldatura. L'afflusso dei gas deve essere regolato in modo tale da rispettare i dati caratteristici elencati nella tabella di seguito riportata:

Tipo di Saldatura	Profili di rotaie Kg/m	Luce mm	Pressioni		Altezza del cannello dal piano di rotolamento	Ø dei tubi mm	Lunghezza dei tubi m	Tempo di preriscaldamento (valori orientativi)
			Ossigeno atm.	Propano atm.				
PRA	50	24÷26	5	1,5	30÷35	8	4	2'
	60	24÷26	5	1,5	30÷35	8	4	2'
RIA	46	20÷22	4,5	1	40÷45	8	4	5'÷6'
	49-50	20÷22	4,5	1	40÷45	8	4	6'÷7'
	60	20÷22	4,5	1	40÷45	8	4	7'÷8'

- il crogiolo dovrà essere opportunamente essiccato prima dell'impiego;
- è fatto assoluto divieto di maggiorare empiricamente la porzione saldante. In casi particolarissimi in cui fosse indispensabile, a giudizio della D.L., saldare con luci superiori al massimo prescritto, potrà essere impiegata una sola apposita porzione aggiuntiva;
- la sformatura delle saldature dovrà essere effettuata, rispetto alla fine della colata dopo 3' - 3'30" (fra tre e tre minuti e mezzo) nel caso di saldature con sistema tipo P.R.A. oppure R.I.A.;
- le saldature, dopo raffreddamento, devono essere pulite dalla terra refrattaria lasciata dalle forme che dovrà subito essere allontanata dal corpo della massicciata.

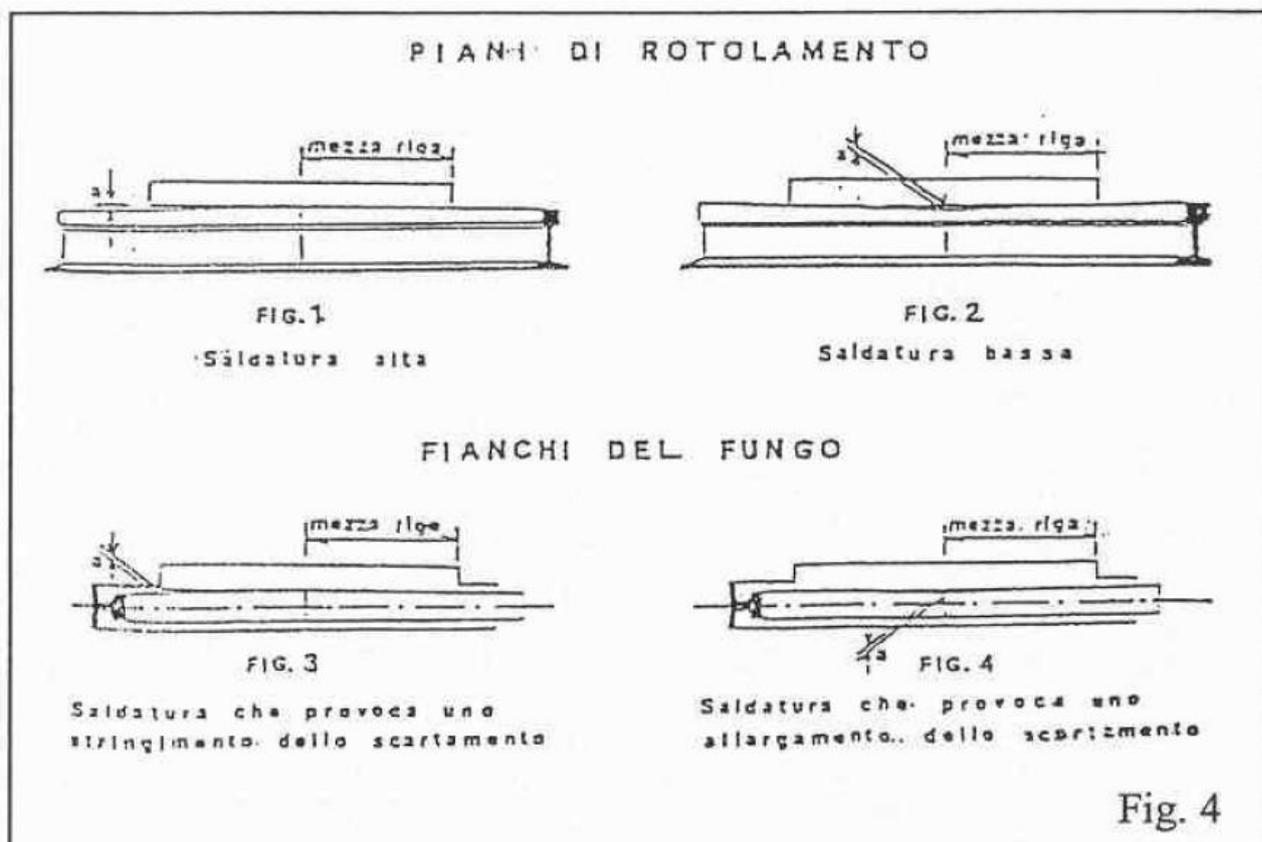
3.7.12. Verifiche in opera per accettazione delle saldature

Verifiche in opera

Le saldature eseguite dovranno essere esenti da qualsiasi difettosità (soffiature, crinature, rotture, bruciature, colature di metallo, ecc.), in presenza delle quali la saldatura stessa non verrà accettata e l'Appaltatore dovrà ripristinarla inserendo uno spezzone di rotaia di lunghezza non inferiore a 6 m.

La molatura deve essere stata eseguita in modo da realizzare la continuità del profilo delle rotaie nella zona interessata dalla saldatura, raccordando eventuali disuniformità preesistenti nel profilo delle rotaie medesime.

Le verifiche atte ad accertare i difetti di allineamento o di finitura verranno eseguite utilizzando uno spessimetro ed una riga metallica di precisione della lunghezza di un metro, da disporsi a cavallo della saldatura come indicato schematicamente in Fig. 4



Le saldature saranno accettate se le eventuali difettosità sul piano di rotolamento e sui fianchi del fungo, per una lunghezza di 1 metro a cavallo della saldatura, non presentano avvallamenti o cuspidi (indicati con "a" in figura) superiori a 0,3 millimetri.

La presenza di difettosità trasversali, per saldature affacciate, non deve procurare una variazione di scartamento superiore a 0,5 mm.

Le saldature che a giudizio della D.L. dovessero presentare difetti di allineamento e di rifinitura superiori a quelli previsti dalle tolleranze di cui sopra e tali da non poter essere eliminati con una ulteriore lavorazione, eseguita a cura e spese dell'Appaltatore, saranno considerate ad ogni effetto saldature difettose e come tali da ripristinare.

3.7.13. Prove di Laboratorio

Prima di iniziare le attività di saldatura, su richiesta della Direzione Lavori, verrà accertata la composizione del metallo costituente un lingotto ottenuto dalla fusione di una porzione saldante che non dovrà contenere più dello 0,05 % (zero virgola cinque per cento) di zolfo e più dello 0,05% (zero virgola zero cinque per cento) di fosforo. Il totale delle impurezze non dovrà superare lo 0,09% (zero virgola zero nove per cento).

Prima che si raggiungano le 200 saldature verranno prelevati due spezzoni della lunghezza di circa 1,50 m contenenti una saldatura ed in seguito un campione ogni ulteriori 500 o più saldature, a discrezione della D.L. (il ripristino della continuità della rotaia è a cura e spese dell'Appaltatore) per effettuare le prove a fatica a flessione pulsante e di durezza presso un istituto autorizzato.

La prova di resistenza a fatica sarà considerata superata se lo spezzone, appoggiato liberamente con la suola su due appoggi distanti 1,10 m supporterà, sulla mezzeria degli appoggi ed in corrispondenza della saldatura, tramite due rulli distanti fra loro 15 cm, un carico dinamico pulsante tra un minimo di 30 kN ed un massimo di 300 kN per una durata di due milioni di cicli, senza rompersi o dare inizio a crinature.

La prova di durezza sarà considerata superata se i valori della durezza nella zona fusa della saldatura sono compresi fra 240 e 310 HB.

Nel caso che la prova risulti negativa anche per uno solo dei campioni esaminati si provvederà ad una riprova su di un numero di campioni, prelevati dalle rotaie in opera, pari al doppio dei campioni sui quali la prova ha avuto un esito negativo.

In caso di esito negativo di una sola riprova tutte le saldature effettuate dovranno essere ripristinate.

L'Appaltatore è responsabile della regolare esecuzione delle saldature per tutto il tempo della durata dell'appalto e fino alla data di effettuazione del collaudo.

Le prove verranno effettuate con le seguenti modalità:

1) Prova di resistenza a fatica a flessione pulsante:

- un pezzo di rotaia saldata della lunghezza di circa metri uno e centimetri cinquanta, appoggiato liberamente con la suola su due appoggi distanti metri uno e centimetri dieci, dovrà sopportare, sulla mezzeria tra i due appoggi ed in corrispondenza della saldatura, tramite due rulli distanti tra loro centimetri quindici, un carico dinamico pulsante tra 30 kN ed il valore massimo di 250 kN per le rotaie tipo 50 per la durata di due milioni di cicli, senza rompersi o dare inizio ad alcuna incrinatura.

Il campione da esaminare, come anzi detto, deve essere prelevato in opera.

2) Prova di durezza

- i valori della durezza Brinell HB (3000-10-15") rilevati in corrispondenza dei punti del metallo di apporto delle saldature nonché di punti delle zone d'influenza, simmetricamente posti, rispetto alla zona di saldatura e distanti millimetri dieci l'uno dall'altro sull'asse longitudinale di una sezione del fungo parallela alla suola e distante millimetri cinque dalla superficie di rotolamento, dovranno risultare compresi nei limiti fissati al precedente punto b).

La sezione del fungo parallela alla suola dovrà avere una estensione tale da permettere che il rilievo dei valori di cui sopra possa essere esteso fino a cinquanta millimetri fuori della zona di alterazione termica.

La composizione del metallo costituente un lingotto ottenuto dalla fusione di una porzione saldante non dovrà essere tale da contenere più dello 0,05 % (zero virgola zero cinque per cento) di zolfo e più dello 0,05 % (zero virgola zero cinque per cento) di fosforo. Il totale di tali impurezze non dovrà superare lo 0,09 % (zero virgola zero nove per cento).

La D.L. si riserva inoltre di effettuare durante il periodo di lavoro, qualsiasi altra prova di laboratorio ed indagine per accertare la idoneità delle saldature e la regolare loro finitura, nonché di scegliere a suo insindacabile giudizio, dalle scorte predisposte dall'Appaltatore, le porzioni saldanti da utilizzare per la preparazione dei campioni da sottoporre alle prove sperimentali.

Le prove di cui sopra saranno effettuate presso laboratori specializzati legalmente riconosciuti e le relative spese saranno addebitate all'Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà provvedere a propria cura e spese:

- alla fornitura di tutti i materiali di consumo, combustibili, apparecchi, attrezzi, meccanismi e mezzi di opera e di quanto altro necessario per la esecuzione e la completa finitura delle saldature;

- ai maggiori oneri derivanti dalla necessità di eseguire saldature promiscue ogni qualvolta occorra per sostituire serraglie di giunzione tra i tratti di binario armato con rotaie di profilo diverso;

- alla rimozione e successiva riguarnitura della massicciata contenuta nei vani delle traverse per la parte interessata la zona di saldatura delle rotaie, eliminando inoltre i residui delle forme di fusione;

- a togliere le ganasce in corrispondenza delle giunzioni destinate alla saldatura;

- ad allentare gli organi d'attacco in numero di 20 appoggi (a cavallo della saldatura) per la buona riuscita di tutte le operazioni collegate con la saldatura medesima; ad effettuare poco prima della saldatura, con mezzi riconosciuti idonei dalla D.L., l'accostamento o l'allontanamento delle testate da saldare alla distanza indicata nella tabella di cui al punto a), a stringere, a saldatura fredda, tutti gli organi di attacco rimossi, nonché a rimettere le ganasce tolte in corrispondenza delle giunzioni non saldate o altre ganasce con fori

ovalizzati o di altro tipo che verrà prescritto dalla D.L., previa lubrificazione dei piani di steccatura. E' fatto assoluto divieto di usare per l'accostamento o l'allontanamento di cui sopra, lo scalpello o la mazza sulle giunzioni che rimarranno libere;

- alla perfetta pulitura con spazzole metalliche od altro mezzo idoneo fornito dall'Appaltatore della superficie esterna del metallo di apporto in corrispondenza della saldatura onde eliminare completamente tracce della terra di fusione, da eseguire immediatamente dopo il raffreddamento della saldatura;
- ad indicare sulla suola delle rotaie in opera, con vernice bianca, il numero progressivo della saldatura eseguita nonché la temperatura delle rotaie al momento della saldatura stessa;
- a tutte le operazioni comunque occorrenti per predisporre le rotaie interessate dai lavori di saldatura nelle condizioni necessarie per l'esecuzione dei lavori stessi e per rimettere successivamente il binario nelle dovute condizioni per il ripristino dell'esercizio ferroviario.

3.7.14. Regolazione delle tensioni interne di lunghe rotaie saldate

La regolazione delle tensioni interne di lunghe rotaie saldate (l.r.s.) consiste nelle seguenti operazioni:

- smontaggio degli esistenti organi di giunzione provvisori;
- posa in opera dei picchetti di riferimento della regolazione della l.r.s.;
- allentamento degli organi di attacco mediante mezzo meccanico adatto, partendo dal punto che verrà indicato dalla D.L. e procedendo nel senso indicato dalla medesima;
- introduzione tra le rotaie e piastre di appositi rulli di scorrimento, forniti dall'Appaltatore, su ciascuna fila di rotaie alla distanza stabilita dalla D.L., previa rimozione delle tavolette esistenti limitatamente agli appoggi interessati dai rulli in parola;
- battitura delle rotaie mediante mazze idonee fornite dall'Appaltatore, e scuotimento delle rotaie stesse con paletti ad unghia fessa, anch'essi forniti dall'Appaltatore, onde accertare che le rotaie siano effettivamente libere da ogni vincolo;
- misura della temperatura delle rotaie e calcolo dell'allungamento corrispondente al salto termico fra detta temperatura e quella di regolazione che si vuole realizzare;
- apposizione, sulla suola delle rotaie, dei segni di misura dell'allungamento calcolato in corrispondenza dei punti di riferimento ubicati a 1/4, 2/4, 3/4 e 4/4 di ciascuna delle sezioni da regolare;
- asportazione mediante tagli con canello, fornito dall'Appaltatore, da eseguire in corrispondenza delle testate, di fettine di rotaie per permettere la libera dilatazione delle rotaie liberate e poste sui rulli, in modo da creare il vano necessario per l'esecuzione delle saldature;
- toglimento dei rulli di scorrimento e ricollocamento in opera delle tavolette rimosse, procedendo nel senso e con la successione che verrà indicata dalla D.L. al riserraggio degli organi di attacco, non appena le rotaie avranno raggiunto le condizioni di tensioni interne prescritte dalla D.L. stessa.

I lavori di regolazione delle tensioni interne verranno, di norma, eseguiti utilizzando le interruzioni disponibili per i lavori di saldatura delle rotaie; in relazione però all'andamento climatico potrà essere ordinato dalla D.L. che, alla regolazione di cui trattasi, si provveda nello stesso giorno in cui ha avuto luogo la saldatura delle rotaie interessate dalla regolazione in parola.

Qualora l'interruzione disponibile da utilizzare risulti insufficiente ad assicurare l'esecuzione di tutte le operazioni connesse con la regolazione, l'Appaltatore è obbligato ad eseguire parte delle operazioni di regolazione sotto esercizio.

Peraltro, ove per limitazioni nelle interruzioni od altri impedimenti, non fosse possibile eseguire le saldature contemporaneamente alle operazioni di regolazione delle mezze sezioni provvisorie cui le saldature stesse si riferiscono, l'Appaltatore resta obbligato ad eseguire le saldature in argomento nel giorno o nei giorni successivi, senza richiedere compensi particolari ed osservando tutte le prescrizioni che verranno impartite dalla D.L. allo scopo di garantire che, ad operazioni ultimate, la regolazione delle tensioni interne delle l.r.s. risulti uniformemente assicurata.

Rimane altresì convenuto che la regolazione delle tensioni interne dovrà essere eseguita anche nel caso che le rotaie, in relazione all'andamento climatico, non possono raggiungere naturalmente, nel periodo di interruzione disponibile, la temperatura prescritta per poter procedere al riserraggio degli organi di attacco. In tal caso l'Appaltatore dovrà attuare un dispositivo che consenta, mediante riscaldamento artificiale oppure applicando appositi morsetti tendirotaie propri, degli allungamenti nelle rotaie stesse corrispondenti alla differenza fra la temperatura necessaria alla regolazione e quella in atto nelle rotaie.

Le modalità esecutive tramite i dispositivi sopra accennati nonché i dispositivi stessi, dovranno essere accettati preventivamente dalla D.L., restando all'Appaltatore la piena responsabilità ai fini della perfetta

riuscita dei lavori. Spetta all'Appaltatore segnare col bulino, sulla faccia esterna del fungo di ciascuna rotaia in opera, i punti di riferimento non appena ultimata la regolazione di ogni singola sezione in tutti i punti che verranno indicati dalla D.L., utilizzando anche opere fisse preesistenti.

L'Appaltatore dovrà provvedere inoltre a contrassegnare con un rigo orizzontale di vernice azzurra, da lui fornita, il fianco dei picchetti o delle opere fisse preesistenti, prescelti come punti di riferimento per i traguardi costituiti sulle rotaie, nonché a tracciare un rigo verticale con la suddetta vernice, in corrispondenza dei punti di controllo segnati col bulino sulle rotaie; inoltre, sulla suola delle rotaie ad un metro dalla saldatura di regolazione, dovrà indicare con vernice bianca la lunghezza di ciascuna semisezione regolata con la relativa temperatura di regolazione realizzata nonché il numero progressivo della saldatura eseguita.

3.8.Caratteristiche costruttive e modalità di posa in opera delle tiranterie a ganci per la manovra dei deviatori

3.8.1.Impiego della tiranteria a ganci.

La tiranteria a ganci serve come intermediario per manovrare a mano il telaio degli aghi di un deviatoio mediante l'usuale leva di manovra (macaco). Essa viene applicata a quei deviatori semplici, inglesi semplici, inglesi doppi, per la cui manovra si sia ritenuto opportuno attuare lo slegamento degli aghi. Tali deviatori sono quelli del tipo a cerniera elastica (49 - 50 e 60 UNI) con o senza fermascambio, e quelli del tipo a cerniera articolata, (RA 36 ed FS. 463) solo però se muniti di fermascambio elettrico tipo F.S. 55.Nel caso dei deviatori a cerniera elastica la tiranteria a ganci ha anche lo scopo di neutralizzare l'elasticità dell'ago accosto.

3.8.2.Descrizione della tiranteria.

La tiranteria a ganci (vedere allegato di progetto PC-02 che ne mostra l'applicazione al deviatoio semplice armamento 60), è costituita dai seguenti particolari :

- 2 zampe (1) fissate agli aghi a mezzo di bulloni;
- 2 ganci (2);
- 2 sedi per snodo sferico (3) entro cui alloggia l'appendice dei ganci;
- 2 semitiranti (4) costituenti un unico gruppo e resi solidali tra loro mediante flange, tra le quali è interposto uno spessore isolante (5).

I due semitiranti terminano, all'estremità opposta, con un manicotto filettato che si avvita sulla sede a snodo sferico (3) e che viene serrato mediante controdado (6)

- 1 tirante (7) per il collegamento alla cassetta di manovra.

I ganci sono accoppiati alle zampe a mezzo di perni (8).

Il tirante è collegato a mezzo di un perno (9) all'una o all'altra delle due sedi per snodo sferico, secondo il tipo di posa, a destra o a sinistra della cassetta di manovra.

3.8.3.Posa in opera

a) Deviatoio semplice.

La posa in opera della tiranteria a ganci deve essere eseguita, con la guida dei disegni relativi ai vari tipi di armamento nel modo seguente.

- 1) Esecuzione dei fori agli aghi e fissaggio ai medesimi delle zampe di attacco.
- 2) Montaggio dei ganci sulle rispettive zampe e verifica che essi possano aprirsi in modo da passare liberamente sotto la suola della rotaia con un gioco variabile da mm 0,5 a 2 mm.

Nell'armamento leggero la verifica dovrebbe dare esito positivo perché il piano di battuta B viene aggiustato in officina; tuttavia è ammesso un leggero ritocco di quel piano di battuta quando nella foratura dell'ago si sia incorsi in qualche imprecisione.

Nei deviatori pesanti, poiché la suola del contrago è orizzontale non si incontrano difficoltà per un aggiustaggio in opera, trattandosi di verificare la distanza del gancio dalla suola in una posizione intermedia qualsiasi di manovra.

Naturalmente questa operazione di aggiustaggio deve essere compiuta con molta cura per evitare che in pratica si superino i limiti massimi ammessi nella distanza tra il gancio e la suola.

Negli armamenti 36 e 46 a causa dell'inclinazione delle soles dei contraghi (1/20) sull'orizzontale, la verifica del gioco (0,5 ÷ 2 mm) tra il gancio e la suola stessa deve essere eseguita quando l'ago è completamente aperto.

Infatti nelle altre posizioni dell'ago, la distanza tra la suola del contrago e la superficie di scorrimento del gancio è più grande del minimo sopraindicato e raggiunge il valore massimo ad ago accostato.

Tale massimo è dell'ordine del 7-8 millimetri per un gancio che sia regolato correttamente, ossia col minimo gioco prescritto ad ago aperto.

Nell'armamento pesante, invece, il gioco di cui si tratta resta costante per tutta la corsa dell'ago poiché il piano di appoggio della suola è orizzontale, in corrispondenza del deviativo.

3) Smontaggio di entrambi i ganci e applicazione su uno di essi della relativa sede sferica; rimontaggio definitivo di questo gancio colla sua sede sferica.

4) Innesto del gruppo dei due semitiranti sul tratto filettato della sede sferica già montata, e chiusura del gancio fino alla battuta del piano C sotto la suola della rotaia.

Per questa operazione si può utilizzare la cassetta di manovra opportunamente collegata.

5) Applicazione dell'altra sede sferica al proprio semitirante e introduzione dell'appendice del gancio relativo nella sede medesima.

Infine, applicazione del gancio alla zampa di attacco e verifica dell'apertura di quell'ago mentre l'altro è ancora chiuso.

Qualora l'apertura dell'ago discosto non risultasse quella voluta occorre smontare il gancio dalla zampa ed estrarlo dalla sede sferica relativa, in modo da potere avvitarlo quest'ultima sul tirante, in più o in meno secondo che si debba aumentare o diminuire l'apertura di cui si tratta.

La posa della tiranteria a ganci si può eseguire anche con un altro metodo che qui si espone, da attuare con i due semitiranti inizialmente scollegati tra di loro.

Per i primi due punti vale quanto descritto in precedenza.

Successivamente si applicano i ganci e le rispettive sedi sferiche ad entrambi gli aghi.

Poi tenendo un ago chiuso (con il relativo gancio regolarmente a battuta sotto la suola della rotaia) si avvita ciascun semitirante sulla rispettiva sede sferica e, mantenendo fermo quello relativo all'ago discosto, si regola l'avvitamento dell'altro in maniera che l'ago discosto risulti aperto nella misura voluta, dopodiché i due semitiranti si collegano tra loro.

b) Deviativo inglese doppio.

Il montaggio della tiranteria a ganci sui deviativi doppi è analogo a quello per i deviativi semplici.

Si deve però tener presente che la regolazione dell'apertura degli aghi deve essere ottenuta agendo sul manicotto T.G. 120, (vedere a titolo di esempio il disegno 841/P.26) mentre le due sedi sferiche relative agli aghi esterni del deviativo debbono essere applicate successivamente, regolandone l'avvitamento sui tiranti in modo da consentire la chiusura contemporanea di ciascuna coppia di aghi rigidamente collegati.

3.8.4. Formazione piano di posa nei rilevati ferroviari

1. Tali piani avranno un'estesa trasversale pari all'intera area della base d'appoggio e potranno, in senso longitudinale, essere continui od opportunamente gradonati, in relazione alle pendenze dei siti d'impianto, secondo i profili e le indicazioni del progetto esecutivo.

2. I piani di posa dei rilevati saranno ottenuti praticando i necessari scavi di cassonetto e saranno impostati, di norma, ad una quota dai 20 ai 50 cm di sotto il piano di campagna (comunque mai meno di 20 cm), in funzione della natura e consistenza delle formazioni costituenti i terreni naturali d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

3. L'esatta profondità dello scavo, necessaria alla successiva formazione del piano di piattaforma, con l'eventuale ulteriore sostituzione di terreno in sito secondo progetto, sarà perciò quella indicata nelle sezioni tipo del progetto esecutivo stesso.

4. In relazione alla classificazione del terreno rinvenuto al piano di posa dei rilevati, si distinguono le seguenti tipologie d'intervento:

a) Quando alla quota del piano di posa si rinvengono terreni appartenenti ai gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅ ed A₃ (classificazione C.N.R.-U.N.I. 10006) la preparazione di tale piano consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95%

della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, per uno spessore non inferiore a cm. 30. Il valore del modulo di deformazione, secondo CNR – BU n.146, dovrà risultare non inferiore a 20 N/mm^2 su tutta la superficie del piano di posa, destinato al successivo riporto di materiale da rilevato.

b) Quando invece i terreni, rinvenuti al piano di posa dei rilevati come sopra descritto, appartengono ai gruppi A_{2-6} , A_{2-7} , A_4 , A_5 , A_6 , A_7 , A_8 (classificazione C.N.R.-U.N.I. 10006), si procederà all'approfondimento degli scavi di cassonetto, secondo le sezioni tipo di progetto esecutivo, per sostituire i materiali in sito con riporto d'altro materiale idoneo alla formazione dei rilevati, appartenente ai gruppi A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} e A_3 . Tale materiale dovrà essere compattato, al grado d'umidità ottimale e per strati non superiori ai 30 cm, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata. Il valore del modulo di deformazione, secondo CNR – BU n.146, dovrà risultare, anche in tal caso, non inferiore a 20 N/mm^2 su tutta la superficie del piano di posa, destinato al successivo riporto di materiale da rilevato.

5. In relazione alla natura dei terreni di posa dei rilevati, il progetto potrà inoltre prevedere la fornitura e la posa in opera di teli "non tessuti" o "geotessili", aventi le caratteristiche indicate negli appositi prezzi d'elenco, al fine di prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e migliorare la diffusione dei carichi. La posa sarà effettuata in strisce contigue, con sovrapposizioni dei bordi non inferiori a 40 cm e con opportuni risvolti verticali.

6. La terra vegetale risultante dagli scavi, la cui messa in opera per la costituzione dei rilevati è assolutamente vietata, potrà invece essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate, secondo le disposizioni della Direzione Lavori.

7. In ante all'esecuzione degli scavi di cassonetto, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare, a propria cura e spese, l'estirpamento di piante, arbusti e relative radici esistenti. Le eventuali buche, in dipendenza dell'estirpamento delle radici e delle piante, presenti sul piano di posa destinato all'impianto dei rilevati, saranno soggette a riempimento effettuato con il medesimo materiale idoneo destinato al riporto, messo in opera a strati non superiori ai 30 cm e costipato.

8. Nella formazione dei piani di posa, specie nei terreni particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda e predisporre, per livelli molto superficiali, opportuni drenaggi già in sede di progetto, eventualmente da implementare in fase esecutiva. Tale lavorazione sarà compensata con i relativi prezzi d'elenco.

9. La Direzione Lavori si riserva di far controllare, con la frequenza e distribuzione che riterrà opportuna, il rispetto delle caratteristiche di cui sopra richieste ai piani di posa. In ogni caso i controlli sulla classificazione del materiale di riporto non dovranno essere inferiori ad uno ogni 1000 m³, con un minimo di almeno uno per l'intera opera. Per il modulo di deformazione si prescrive almeno un controllo ogni 1000 m² di piano compattato, con un minimo di una prova per l'intera opera.

3.8.5. Formazione piano di posa nelle trincee ferroviarie

1. Tali piani avranno un'estesa trasversale data dall'area d'appoggio riscontrabile dalle sezioni tipo e potranno, in senso longitudinale, essere continui o sagomati a gradoni come nel caso dei rilevati, in relazione alle pendenze dei siti d'impianto, secondo i profili e le indicazioni del progetto esecutivo.

2. Anche nei tratti scavati in trincea, si procederà allo scavo del cassonetto che sarà impostato al di sotto del piano di base della trincea, in funzione della natura e consistenza delle formazioni costituenti i terreni naturali d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza.

3. La profondità dello scavo, necessaria alla successiva formazione del piano di piattaforma, con l'eventuale ulteriore sostituzione di terreno in sito secondo progetto, sarà perciò quella indicata nelle sezioni tipo del progetto esecutivo stesso.

4. Come per i rilevati, anche in tal caso, in relazione alla classificazione del terreno rinvenuto al piano di base delle trincee, si distinguono le seguenti tipologie d'intervento:

a) Quando alla quota del piano di base si rinvergono terreni appartenenti ai gruppi A_1 , A_{2-4} , A_{2-5} ed A_3 (classificazione C.N.R.-U.N.I. 10006) si procederà alla compattazione dello strato sottostante il piano di base stesso in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, per uno spessore non inferiore a cm. 30. Il valore del modulo di deformazione secondo CNR – BU n.146 dovrà risultare non inferiore a 20 N/mm^2 per le zone a distanza inferiore ad 1 m dai bordi del piano di posa finito e a 40 N/mm^2 per la restante zona centrale del piano stesso, destinato al successivo riporto di materiale per il piano di piattaforma. Per piani di posa destinati a fondazioni viarie stradali sarà invece richiesto un modulo di deformazione uniforme e pari a 20 N/mm^2 .

b) Quando invece i terreni, rinvenuti al piano di base delle trincee, appartengono ai gruppi A₂₋₆, A₂₋₇, A₄, A₅, A₆, A₇, A₈ (classificazione C.N.R.-U.N.I. 10006), si procederà all'approfondimento degli scavi di cassonetto, secondo le sezioni tipo di progetto esecutivo, per sostituire i materiali in sito con riporto di altro materiale idoneo appartenente ai gruppi A₁, A₃, A₂₋₄ e A₂₋₅. Tale materiale dovrà essere compattato, al grado d'umidità ottimale, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata. Il valore del modulo di deformazione secondo CNR – BU n.146 dovrà risultare non inferiore a 20 N/mm² per le zone a distanza inferiore ad 1 m dai bordi del piano di posa finito e a 40 N/mm² per la restante zona centrale del piano stesso, destinato al successivo riporto di materiale per il piano di piattaforma. Per piani di posa destinati a fondazioni viarie stradali sarà invece richiesto un modulo di deformazione uniforme e pari a 20 N/mm².

5. In relazione alla natura dei terreni dei piani di base delle trincee, il progetto potrà inoltre prevedere la fornitura e la posa in opera di teli "non tessuti" o "geotessili", aventi le caratteristiche indicate negli appositi prezzi d'elenco, al fine di prevenire la contaminazione dei materiali d'apporto e migliorare la diffusione dei carichi. La posa sarà effettuata in strisce contigue, con sovrapposizioni dei bordi non inferiori a 40 cm e con opportuni risvolti verticali.

6. La Direzione Lavori si riserva di far controllare, con la frequenza e distribuzione che riterrà opportuna, il rispetto delle caratteristiche di cui sopra richieste ai piani di posa. In ogni caso i controlli sulla classificazione del materiale di riporto non dovranno essere inferiori ad uno ogni 1000 m³, con un minimo di almeno uno per l'intera opera. Per il modulo di deformazione si prescrive almeno un controllo ogni 1000 m² di piano compattato, con un minimo di una prova per l'intera opera.

• Formazione dei rilevati per il corpo stradale ferroviario

1. I rilevati saranno eseguiti nelle forme e dimensioni risultanti dai relativi disegni di progetto esecutivo.

2. Nella formazione dei rilevati saranno prioritariamente impiegate, se disponibili, le materie provenienti da scavi in genere, di fondazione o di smarino in galleria, appartenenti ad uno dei gruppi A₁, A₂₋₄, A₂₋₅ e A₃ della classificazione C.N.R.-U.N.I. 10006.

3. Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura litologica ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori per il reimpiego in rilevato, dovrà provvedersi, mediante frantumazione e vagliatura, ad ottenere elementi di pezzatura massima non superiore a cm. 30. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione degli strati superiori, fino ad una profondità di m 2.00 dal piano di piattaforma finito.

4. Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A₄, A₅, A₆, A₇ si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto, oppure di utilizzarlo previa idonea correzione.

5. I rilevati con materiali così corretti potranno essere eseguiti, previa approvazione della Direzione Lavori, solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo, di sviluppo ben definito e delimitato tra due precise sezioni trasversali.

6. Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità di materiali idonei provenienti dagli scavi, le eventuali cave di prestito che l'Appaltatore volesse aprire, per propria convenienza, saranno a suo totale carico, anche per forniture solo parziali. L'Appaltatore non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione di rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi.

7. Qualora, una volta esauriti i materiali idonei provenienti dagli scavi, occorressero ulteriori quantitativi di materie per il completamento dei rilevati, l'Appaltatore potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito.

8. E' fatto obbligo all'Appaltatore di indicare le cave dalle quali essa intende servirsi per la fornitura alla Direzione Lavori, che si riserva la facoltà di far analizzare tali materiali presso laboratori ufficiali a propria cura ma a spese dell'Appaltatore.

9. Solo dopo ottenuta l'approvazione della Direzione Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Appaltatore è autorizzata a procedere al prelievo del materiale.

10. L'accettazione della cava da parte della Direzione Lavori non esime l'Appaltatore dall'onere, per tutto il periodo della fornitura, dei controlli sul materiale con la frequenza che sarà disposta dalla Direzione Lavori.

11. Ove la cava, nel corso della fornitura, non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo neppure con opportune correzioni, la Direzione Lavori avrà facoltà di sospendere la fornitura, ordinando all'Appaltatore la qualificazione di un'altra cava.

12. Per quanto riguarda le cave di prestito l'Appaltatore è tenuto a corrispondere le relative indennità ai proprietari di tali cave e a provvedere, a proprie spese, al sicuro e facile deflusso delle acque che si raccogliessero nelle cave stesse, evitando nocivi ristagni, danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate (in osservanza anche di quanto è prescritto dall'Art. 202 T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n. 1265 e successive modifiche e dell'Art. 189 T.U. delle leggi sulla bonifica dei terreni paludosi 30 dicembre 1923, n. 3267, successivamente assorbito dal testo delle norme sulla Bonifica Integrale, approvato con R.D. 13 febbraio 1933, n. 215).

13. Il materiale per la formazione del corpo del rilevato dovrà essere steso in opera a strati di spessore uniforme, non eccedente cm 30.

14. Ogni strato dovrà essere compattato, al grado d'umidità ottimale, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio.

15. Ogni strato sarà perciò compattato alla densità sopra specificata, procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo inaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire un'umidità prossima all'ottimale predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

16. Il valore del modulo di deformazione, secondo CNR – BU n.146, dovrà risultare non inferiore a 20 N/mm² per le zone a distanza inferiore ad 1 m dai bordi del singolo strato finito e a 40 N/mm² per la restante zona centrale dello strato stesso.

17. La Direzione Lavori si riserva di far controllare, con la frequenza e distribuzione che riterrà opportuna, il rispetto delle caratteristiche di cui sopra richieste ai singoli strati del corpo del rilevato. In ogni caso i controlli sulla classificazione del materiale di riporto non dovranno essere inferiori ad uno ogni 3000 m³, con un minimo di almeno uno per l'intera opera. Per il modulo di deformazione si prescrive almeno un controllo ogni 2000 m² e per ogni strato di piano compattato, con un minimo di una prova per ogni strato.

18. Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita, così da evitare ristagni d'acqua e danneggiamenti. Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

19. Nel caso di sospensione il rilevato già eseguito dovrà, all'atto della ripresa, ripulirsi dalla vegetazione ed essere inciso con solchi per un miglior ancoraggio dell'ulteriore riporto.

20. Le attrezzature di compattazione saranno demandate alla scelta dell'Appaltatore, ma dovranno, in ogni caso, essere idonee ad esercitare sul tipo di materiale impiegato, un'energia costipante tale da garantire il raggiungimento delle densità prescritte.

21. Prima di eseguire la compattazione si avrà cura di modificare il grado d'umidità delle terre, fino a raggiungere il grado d'umidità ottimale.

22. Pur nella libertà di scelta nella compattazione da usare, si prescrive, per i terreni da rilevato riportabili ai gruppi A1, A2, A3, un sistema a carico dinamico-sinusoidale o a carico abbinato statico-dinamico-sinusoidale, e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A4, A5, A6, A7 una compattazione mediante rullo a punte e carrelli pigiatori gommati.

23. In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali da riporto dovranno appartenere al tipo A1, A3, A2-6 e A2-5 ed essere compattati con accuratezza ed a più riprese.

24. La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di ordinare la stabilizzazione a cemento dei rilevati, mediante miscelazione in sito del legante in ragione di 25-50 Kg/m³ di materiale compattato.

25. Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

26. Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno regolarizzate con l'inclinazione di cui alle sezioni di progetto e rivestite con terreno vegetale dello spessore non inferiore a cm. 30. Il terreno vegetale impiegato potrà provenire dallo scotico di scavi in genere o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a fasce orizzontali, da costiparsi con mezzi idonei, in modo da assicurare una superficie regolare.

27. La regolarizzazione delle scarpate dovrà prevedere altresì la perfetta profilatura dei cigli e la semina del terreno vegetale, oneri anch'essi compresi e compensati nella formazione del rilevato.

28. Qualora nei rilevati si manifestassero cedimenti residui superiori al normale assestamento, stimabile nel 10% dei valori teorici, dovuti a carenze esecutive, l'Appaltatore sarà obbligato ad eseguire, a sue spese, i lavori di ricarica, ricompattazione e rifacimento, ove occorrente, della sovrastruttura stradale.

29. Nel caso di costruzione di rilevati non connessi al corpo stradale (argini di contenimento), i materiali di riporto provenienti da scavi e/o cave di prestito potranno essere solo dei tipi A6, A7., ferme restando le precedenti disposizioni sulla compattazione.

30. In caso d'addossamento di parti nuove a vecchi rilevati, per esigenze d'ampliamento degli stessi, la preparazione della superficie obliqua d'aggrappamento in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta previa rimozione della cotica erbosa, che potrà essere utilizzata per il rivestimento successivo delle scarpate, portando l'eventuale eccedenza a discarica, a cura e spese dell'Appaltatore. Si procederà quindi alla gradonatura delle scarpate stesse mediante la formazione di gradoni di altezza non superiore ai cm 50, dando luogo quindi al riempimento dei gradoni con il predetto materiale scavato ed accantonato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione Lavori, o con altro di riporto da cava delle stesse caratteristiche richieste per la formazione dei rilevati e con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione.

3.8.6. Formazione del piano di piattaforma del corpo stradale ferroviario

1. L'ultimo strato del rilevato, costituente la piattaforma del corpo stradale ferroviario, dovrà garantire invariabilmente uno spessore di 30 cm dal piano finito e sarà destinato alla successiva stesa della massicciata.

2. Per la sua formazione devono impegnarsi esclusivamente terre appartenenti ai gruppi A1, A2-4 A2-5, ed A3 (classificazione C.N.R.-U.N.I. 10006) con un equivalente in sabbia, per quest'ultimo compreso tra 25 e 50 %. Il fuso granulometrico da assumere sarà analogo a quello previsto per lo strato di fondazione delle pavimentazioni stradali, in seguito riportato.

3. La compattazione deve garantire una densità massima secca non inferiore al 95% della densità AASHO modificata determinata in laboratorio.

4. Il valore del modulo di deformazione, secondo CNR – BU n.146, dovrà risultare non inferiore a 80 N/mm2 su tutta la superficie del piano di piattaforma finito e destinato alla posa del binario. Per i piani di piattaforma destinati ad uso stradale sarà invece richiesto un modulo di deformazione uniforme e pari a 50 N/mm2.

5. La formazione dello strato costituente la piattaforma potrà realizzarsi anche senza riporto di materiale, qualora sia stata accertata l'esistenza, in sito, di terre appartenenti ai gruppi prescritti e compatibili fino a raggiungere le caratteristiche di portanza previste.

6. In tal caso, come da progetto esecutivo, sarà richiesto il riporto del solo spessore di materiale in sito per raggiungere la quota del piano di piattaforma previsto e/o compensare l'eventuale scotico superficiale.

7. La Direzione Lavori si riserva di far controllare, con la frequenza e distribuzione che riterrà opportuna, il rispetto delle caratteristiche di cui sopra richieste al piano di piattaforma, prima di autorizzare il successivo scarico di pietrisco e la posa dell'armamento.

8. In ogni caso i controlli sulla classificazione del materiale di riporto non dovranno essere inferiori ad uno ogni 1000 m3, con un minimo di almeno uno per l'intera opera. Per il modulo di deformazione si prescrive almeno un controllo ogni 1000 m2 di piano compattato, con un minimo di una prova per l'intera opera.

3.8.7. Massicciata ferroviaria (ballast)

c) La massicciata ferroviaria dovrà essere formata da pietrisco calcareo lavato con gli elementi aventi almeno tre spigoli vivi, scevro di polvere e di materie eterogenee con pezzatura 30-60 mm.

d) La D.L. potrà rifiutare quei materiali che, a suo insindacabile giudizio, ritenesse non idonei.

e) L'Appaltatore dovrà porre in opera la massicciata ferroviaria secondo la sagoma prevista in progetto, salvo le varianti disposte dalla D.L.

f) Lo spessore della massicciata sotto il piano di posa delle traverse non dovrà essere inferiore a cm 26.

g) Il binario dovrà risultare ben assestato nella massicciata e l'Appaltatore dovrà provvedere che le rinalzature siano sempre eseguite con la massima cura ed a perfetta regola d'arte.

3.8.8. Macchinari ed attrezzature

Tutti i lavori all'armamento da eseguirsi sui binari della dorsale ferroviaria della Zona Industriale dell'Aussa-Corno dovranno essere eseguiti con macchinari ed attrezzature e mezzi d'opera adeguati.

3.9. TRACCIAMENTI

L'asse ferroviario seguirà l'andamento planimetrico ed altimetrico determinato dagli allineamenti e dalle curve di raccordo quali risultano dalle planimetrie e dal profilo longitudinale di progetto, salvo sempre variazioni planimetriche ed altimetriche che all'atto esecutivo venissero disposte dalla Direzione Lavori.

Durante l'esecuzione dei lavori l'Appaltatore è obbligato ad eseguire la picchettatura del lavoro secondo il profilo longitudinale allegato al progetto, secondo le modalità usualmente adottate nei lavori di pertinenza delle Ferrovie dello Stato S.p.A. e quindi mediante l'approntamento di capisaldi fissi in calcestruzzo e ferro che saranno tenuti come base per tutti i rilievi di tracciamento, controllo e misurazione dei lavori.

La costruzione e l'eventuale demolizione di detti capisaldi è a totale cura e spesa dell'Appaltatore senza che l'Appaltatore stesso possa trarre motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie non stabiliti nel presente capitolato.

Resta pertanto esplicitamente convenuto che l'Appaltatore è tenuto ad eseguire a sua cura e spese tutte le necessarie operazioni di tracciamento delle opere sotto il controllo e secondo le indicazioni che saranno fornite dalla D.L., restando altresì obbligato alla conservazione degli elementi relativi per tutta la durata dei lavori.

Riscontrandosi opere male riuscite per errore nei tracciamenti, l'Appaltatore non potrà invocare a scarico della propria responsabilità le verifiche fatte dai funzionari dell'Amministrazione Appaltante e sarà obbligato ad eseguire a sue spese tutti i lavori che la D.L. ordinerà a proprio insindacabile giudizio per le necessarie correzioni qualunque sia l'estensione, compresa anche la totale demolizione e ricostruzione delle opere.

Sarà compito dell'Appaltatore provvedere alla materializzazione sul terreno del tracciato dei binari e dei deviatoi, con riferimenti d'asse posti:

- ogni 10 m per i tratti in curva;
- ogni 30 m per i tratti in rettilineo;
- in calcio, punta e centro geometrico per i deviatoi;
- ogni 50 m per le quote altimetriche, oltre al posizionamento dei raccordi di livelletta.

L'Appaltatore, prima di procedere nella posa dell'armamento, dovrà consegnare, alla Direzione Lavori per l'approvazione, i prospetti dei punti tracciati, con la verifica topografica eseguita con il rilievo dei riferimenti collocati sul terreno. Gli elaborati dovranno essere trasmessi anche su supporto magnetico, su formato Autocad, Excel, e Word.

Saranno pertanto a carico dell'Appaltatore le spese per rilievi, misurazioni e verifiche connesse al tracciamento di binari e deviatoi, compresa la fornitura e posa di picchetti e/o cippi, nonché i materiali, mezzi d'opera, personale e trasporti occorrenti.

L'Appaltatore dovrà, prima dell'inizio dei lavori, verificare il progetto esecutivo di tracciato, comunicando eventuali osservazioni per iscritto alla Direzione Lavori.

Saranno a cura e spese dell'Appaltatore anche le attività topografiche necessarie per l'eventuale integrazione e o il riposizionamento di riferimenti già tracciati che, nel corso dei lavori, si riscontrino mancanti, deteriorati o errati.

4. FORMAZIONE DI CARREGGiate STRADALI

4.1. Preparazione del sottofondo

Il terreno interessato dalla costruzione del corpo stradale che dovrà sopportare direttamente o la sovrastruttura o i rilevati, verrà preparato asportando il terreno vegetale per tutta la superficie e per la profondità fissata dal progetto o stabilito dalla Direzione dei lavori.

I piani di posa dovranno anche essere liberati da qualsiasi materiale di altra natura vegetale, quali radici, cespugli, alberi.

Per l'accertamento del raggiungimento delle caratteristiche particolari dei sottofondi qui appresso stabilite, agli effetti soprattutto del grado di costipamento e dell'umidità in posto, l'Appaltatore, indipendentemente dai controlli che verranno eseguiti dalla Direzione dei lavori, dovrà provvedere esso a tutte le prove e determinazioni necessarie. A tal uopo dovrà quindi, a sue cure e spese, installare in cantiere un laboratorio con le occorrenti attrezzature.

Le determinazioni necessarie per la caratterizzazione dei terreni ai fini della loro possibilità e modalità d'impiego, verranno preventivamente fatte eseguire dalla Direzione dei lavori presso un laboratorio pubblico, cioè uno dei seguenti laboratori: quelli delle Università, delle Ferrovie dello Stato o presso il laboratorio dell'A.N.A.S.

Rimosso il terreno costituente lo strato vegetale, estirpate le radici fino ad un metro di profondità sotto il piano di posa e riempite le buche così costituite si procederà, in ogni caso, ai seguenti controlli:

- determinazione del peso specifico apparente del secco del terreno in sito e di quello massimo determinato in laboratorio;
- determinazione dell'umidità in sito in caso di presenza di terre sabbiose, ghiaiose o limose;
- determinazione dell'altezza massima delle acque sotterranee nel caso di terre limose.

4.2. Costipamento del terreno in sito

Se sul terreno deve essere appoggiata la sovrastruttura direttamente o con l'interposizione di un rilevato di altezza minore di cm 50, si seguiranno le seguenti norme:

- a. per le terre sabbiose o ghiaiose, si dovrà provvedere al costipamento del terreno per uno spessore di almeno cm 25 con adatto macchinario fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco in sito, pari almeno al 95% di quello massimo ottenuto in laboratorio;
- b. per le terre limose, in assenza d'acqua si procederà come al precedente capo a);
- c. per le terre argillose si provvederà alla stabilizzazione del terreno in sito, mescolando ad esso altro idoneo, in modo da ottenere un conglomerato, a legante naturale, compatto ed impermeabile, dello spessore che verrà indicato volta per volta e costipato fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari al 95% del massimo ottenuto in laboratorio. Nel caso in cui le condizioni idrauliche siano particolarmente cattive, il provvedimento di cui sopra sarà integrato con opportune opere di drenaggio.

Se il terreno deve sopportare un rilevato di altezza maggiore di m 0,50:

- a. per terre sabbiose o ghiaiose si procederà al costipamento del terreno con adatto macchinario per uno spessore di almeno 25 centimetri, fino ad ottenere un peso specifico apparente del secco pari all'85% del massimo ottenuto in laboratorio per rilevati aventi una altezza da m 0,50 a m 3, pari all'80 per cento per rilevati aventi una altezza superiore a m 3;
- b. per le terre limose in assenza di acqua si procederà come indicato alla precedente lettera a);
- c. per le terre argillose si procederà analogamente a quanto indicato alla lettera c) del capoverso precedente.

In presenza di terre torbose si procederà in ogni caso alla sostituzione del terreno con altro tipo sabbioso-ghiaioso per uno spessore tale da garantire una sufficiente ripartizione del carico.

4.3. Modificazione della umidità in sito

L'umidità di costipamento non dovrà mai essere maggiore del limite di ritiro diminuito del 5%; nel caso che l'umidità del terreno in sito sia maggiore di questo valore, occorrerà diminuire questo valore dell'umidità in loco, mescolando alla terra, per lo spessore che verrà indicato dalla Direzione dei lavori, altro materiale idoneo asciutto, o lasciando asciugare all'aria previa disgregazione.

Qualora operando nel modo suddetto l'umidità all'atto del costipamento, pari a quella del limite di ritiro diminuito del 5%, risultasse inferiore a quella ottima ottenuta in laboratorio, dovrà provvedersi a raggiungere il prescritto peso specifico apparente aumentando il lavoro meccanico di costipamento.

4.4. Rivestimento e cigliature con zolle e seminagioni

Tanto per le inzollature che per le seminagioni si dovranno preparare preventivamente le superfici da trattare riportando in corrispondenza alle stesse uno strato uniforme di buona terra vegetale, facendolo bene aderire al terreno sottostante, esente da radici, da erbe infestanti e da cotiche erbose, dello spessore di almeno 20 centimetri.

Per la inzollatura delle scarpate da eseguire dove l'ordinerà la Direzione dei lavori, si useranno, dove è possibile, zolle da 20 a 25 cm e di almeno 5 cm di spessore, disposte a connesure alternate, zolle provenienti dagli scoticamenti generali eseguiti per gli scavi o per la preparazione del terreno, purché le zolle siano tuttora vegetanti.

Le zolle saranno assestate battendole col rovescio del badile, in modo da farle bene aderire al terreno.

Sulla scarpata dei rilevati la lavorazione del terreno consisterà in una erpicatura manuale con zappa e rastrello, eseguita a poca profondità, ad evitare di rendere il terreno instabile, spianando solchi e asperità con riporto di terra vegetale. L'Appaltatore provvederà ad eseguire le opere necessarie per lo smaltimento delle acque meteoriche, come ad esempio canalette in zolle, cigliature, solchi di guardia e simili, per evitare l'erosione del terreno.

Sulle scarpate degli scavi la lavorazione, in relazione alle condizioni locali di stabilità della coltre superficiale del terreno, potrà essere limitata alla creazione di piccole buche per la messa a dimora di talee o piantine di essenze compatibili con il suolo, e alla realizzazione dei solchi e gradoni per la semina di miscugli.

Prima dell'erpicatura l'Appaltatore farà eseguire un'analisi dei caratteri pedologici e chimici del terreno, al fine di predisporre la concimazione di fondo più opportuna da eseguire con l'erpicatura stessa prevedendo un dosaggio di concimi fosfatici, azotati e potassici, per un quantitativo complessivo unitario medio di quello consigliato dalla fabbrica.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi di cui sopra, previa autorizzazione scritta del Direttore dei lavori, potrà essere sostituita da terricciati o da letame maturo.

Oltre alla concimazione di fondo, l'Appaltatore provvederà anche alla concimazione di copertura, tenendo presente che alla ultimazione dei lavori e al momento del collaudo si dovrà avere una uniformità vegetativa, senza spazi vuoti o radure.

4.5. Strati di fondazione

4.5.1. Generalità

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

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

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

4.5.2. Fondazione in pietrame e ciottoloni

Per la formazione della fondazione in pietrame e ciottoloni entro apposito cassonetto scavato nella piattaforma stradale, dovranno costruirsi tre guide longitudinali di cui due laterali ed una al centro e da altre guide trasversali alla distanza reciproca di metri 15, eseguite accuratamente con pietre e ciottoloni scelti ed aventi le maggiori dimensioni, formando così dei riquadri da riempire con scapoli di pietrame o ciottoloni di altezza non minore di cm 20 e non superiore a cm 25, assestati a mano, con le code in alto e le facce più larghe in basso, bene accostati fra loro e con gli interstizi a forza mediante scaglie.

Ove la Direzione dei lavori, malgrado l'accurata esecuzione dei sottofondi, reputi necessario che prima di spargere su di essi il pietrisco o la ghiaia sia provveduto alla loro rullatura e sagomatura, tale lavoro sarà eseguito in economia (qualora non esista all'uopo apposito prezzo di elenco) e pagato a parte in base ai prezzi di elenco per la fornitura ed impiego di compressori di vario peso.

Ove tale rullatura si renda invece necessaria per deficienze esecutive nella tessitura dei sottofondi, l'Impresa sarà obbligata a provvedere a sua totale cura e spesa alla cilindratura.

A lavoro ultimato, la superficie dei sottofondi dovrà avere sagoma trasversale parallela a quella che in definitivo si dovrà dare della superficie della carreggiata, o del pavimento sovrapposto che dovrà costituire la carreggiata stessa.

Qualora per la natura del terreno di sottofondo e per le condizioni igrometriche, possa temersi un anormale affondamento del materiale di fondazione, occorre stendere preventivamente su detto terreno uno strato di sabbia o materiale prevalentemente sabbioso di adeguato spessore ed in ogni caso non inferiore a cm 10.

4.5.3. Fondazione in ghiaia o pietrisco e sabbia

Le fondazioni con misti di ghiaia o pietrisco e sabbia, detriti di cava frantumati, scorie siderurgiche o altro dovranno essere formate con uno strato di materiale di spessore uniforme e di altezza proporzionata sia alla natura del sottofondo che alle caratteristiche del traffico. Di norma lo spessore dello strato da cilindrare non dovrà essere inferiore a cm 20.

Lo strato deve essere assestato mediante cilindatura. Se il materiale lo richiede per scarsità di potere legante, è necessario correggerlo con terre passanti al setaccio 0,4 U.N.I., aiutandone la penetrazione mediante leggero inaffiamento, tale che l'acqua non arrivi al sottofondo e che, per le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) non danneggi la qualità dello strato stabilizzato, il quale dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Appaltatore in caso di danni di questo tipo.

Le cilindature dovranno essere condotte procedendo dai fianchi verso il centro. A lavoro finito, la superficie dovrà risultare parallela a quella prevista per il piano viabile.

Le stesse norme valgono per le fondazioni costruite con materiale di risulta. Tale materiale non dovrà comprendere sostanze alterabili e che possono rigonfiare in contatto con l'acqua.

L'acqua da impiegare dovrà essere esente da materie organiche e da sostanze nocive.

Si darà inizio ai lavori soltanto quando le condizioni di umidità siano tali da non produrre detrimenti alla qualità dello strato stabilizzante. La costruzione sarà sospesa quando la temperatura sia inferiore a 3° centigradi.

Qualsiasi area che sia stata danneggiata per effetto del gelo, della temperatura o di altre condizioni di umidità durante qualsiasi fase della costruzione, dovrà essere completamente scarificata, rimiscelata e costipata in conformità delle prescrizioni della Direzione dei lavori, senza che questa abbia a riconoscere alcun particolare compenso.

La superficie di ciascuno strato dovrà essere rifinita secondo le inclinazioni, le livellette e le curvature previste dal progetto e dovrà risultare liscia e libera da buche e irregolarità.

4.5.4. Fondazione in misto granulometricamente stabilizzato eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi

Il materiale da impiegare, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

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

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
crivello 71	100
crivello 40	75-100
crivello 25	60-87
crivello 10	35-87
crivello 5	25-55
setaccio 2	15-40
setaccio 0.4	7-22
setaccio 0.075	2-10

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

essere eseguito anche sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia -65- potrà essere variato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso fra 25-35, la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso di elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) di cui al successivo comma.

- indice di portanza CBR (CNR – UNI 10009) dopo quattro giorni di imbibizione in acqua (eseguito sul materiale passante al crivello 25) non minore di 50. E' inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di $\pm 2\%$ rispetto all'umidità ottima di costipamento.
- Se le miscele contengono oltre il 60% in peso di elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi, salvo nel caso in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 – 35;
- Prova di costipamento delle terre, con energia AASHO modificata (CNR 69 – 1978).

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

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

I requisiti di accettazione verranno accertati dalla Direzione Lavori con controlli sia preliminari che in corso d'opera. In quest'ultimo caso verrà prelevato il materiale in sito già miscelato, prima e dopo il costipamento.

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

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

Modalità esecutive

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma ed i requisiti di compattezza previsti in progetto ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale verrà steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo il 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 dispositivo spruzzatori. A questo proposito si precisa che tutte le operazioni anzidette non devono essere eseguite quando le condizioni ambientali (pioggia, neve, gelo) siano tali da danneggiare la qualità dello strato stabilizzato.

Verificandosi comunque eccesso di umidità, o danni dovuti al gelo, lo strato compromesso dovrà essere rimosso e ricostituito a cura e spese dell'Impresa.

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

Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti o vibranti gommati, tutti semoventi.

L'idoneità dei rulli e le modalità di costipamento per ogni cantiere, verranno accertate dalla Direzione Lavori con una prova sperimentale, usando le miscele messe a punto per quel cantiere.

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 (CNR 69 – 1978) con esclusione della sostituzione degli elementi trattenuti al crivello 25 (AASHTO T 180-57 metodo D).

Se la misura in sito riguarda materiale contenente fino al 25% in peso di elementi di dimensioni maggiori di mm 25, la densità ottenuta verrà corretta in base alla formula:

$$dr = \frac{di \cdot Pc \cdot (100 - x)}{100 \cdot Pc - x \cdot di}$$

dr = densità della miscela ridotta degli elementi di dimensione superiore a 25 mm, da paragonare a quello AASHTO modificata determinata in laboratorio;

di = densità della miscela intera;

Pc = Peso specifico degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm;

x = percentuale in peso degli elementi di dimensione maggiore di 25 mm.

La suddetta formula di trasformazione potrà essere applicata anche nel caso di miscele contenenti una percentuale in peso di elementi di dimensione superiore a mm 35, compresa tra il 25% e il 40%.

In tal caso nella stessa formula, al termine x dovrà essere sempre dato il valore 25 (indipendentemente dalla effettiva percentuale in peso trattenuto al crivello UNI 25 mm).

Il valore del modulo di deformazione (CNR 146 – 1992) nell'intervallo compreso fra 0,15 - 0, 25 MPa non dovrà essere inferiore a 80 MPa.

In caso contrario l'impresa, a sua cura e spese dovrà adottare tutti i provvedimenti atti al raggiungimento del valore prescritto, non esclusa la rimozione ed il rifacimento dello strato.

La superficie finita non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, controllato a mezzo di un regolo di 4, 00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali. Lo spessore dovrà essere quello prescritto, con una tolleranza in più o in meno del 5% purché questa differenza si presenti solo saltuariamente. In caso contrario l'Impresa a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

4.5.5. Fondazione in misto cementato confezionato in centrale

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

Caratteristiche dei materiali da impiegare

Inerti

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

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

Gli inerti dovranno avere i seguenti requisiti:

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

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
crivello 40	100
crivello 30	80-100
crivello 25	72-90
crivello 15	53-70
crivello 10	40-55
crivello 5	28-40
setaccio 2	18-30
setaccio 0.4	8-18
setaccio 0.18	6-14
setaccio 0.075	5-10

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

Legante

Dovrà essere impiegato cemento normale (Portland, pozzolanico o d'alto forno).

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

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

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

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

Acqua

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

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

Studio della miscela in laboratorio

L'Impresa dovrà sottoporre all'accettazione della Direzione Lavori la composizione granulometrica da adottare e le caratteristiche della miscela.

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

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

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

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

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

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

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

Lo stesso dicasi per le variazioni della percentuale di legante.

I provini dovranno avere resistenza a compressione a 7 giorni non minore di 2,5 MPa e non superiore a 4,5 MPa, ed a trazione secondo la prova "brasiliiana" (CNR 97 – 1984), non inferiore a 0,25 MPa.

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

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

Modalità esecutive

Confezione delle miscele

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

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

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

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

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

Posa in opera

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

La stesa verrà eseguita impiegando finitrici vibranti.

- Le operazioni di addensamento dello strato dovranno essere realizzate nell'ordine con le seguenti attrezzature:
rullo a due ruote vibranti da 10 t per ruota o rullo con una sola ruota vibrante di peso non inferiore a 18 t;
- rullo gommato con pressione di gonfiaggio superiore a 5 bar e carico di almeno 18 t.

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

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

La stesa della miscela non dovrà di norma essere eseguita con temperature ambiente inferiori a 273 K e superiori a 298 K e mai sotto la pioggia.

Tuttavia, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori, potrà essere consentita la stesa a temperature tra i 298 e i 303 K.

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

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

Le condizioni ideali di lavoro si hanno con temperature comprese tra 288 e 291 K ed umidità relativa del 50% circa; temperature superiori saranno ancora accettabili con umidità relativa anch'essa crescente; comunque è opportuno, anche per temperature inferiori alla media, che l'umidità relativa dell'ambiente non scenda al di sotto del 15% in quanto ciò potrebbe provocare ugualmente una eccessiva evaporazione della miscela.

Il tempo intercorrente tra la stesa di due strisce affiancate non dovrà superare di norma le 2 h per garantire la continuità della struttura. Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

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

Non dovranno essere eseguiti altri giunti all'infuori di quelli di ripresa.

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

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

Protezione superficiale

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

Requisiti di accettazione

Le caratteristiche granulometriche delle miscele, potranno avere una tolleranza di ± 5 punti % fino al passante al crivello n°5 e di ± 2 punti % per il passante al setaccio 2 ed inferiori, purché non vengano superati i limiti del fuso.

Qualora le tolleranze di cui sopra vengano superate, la lavorazione dovrà essere sospesa e l'Impresa dovrà adottare a sua cura e spese quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

La densità in sito, a compattazione ultimata, dovrà risultare non inferiore al 97% delle prove AASHTO modificato (CNR 69 – 1978), nel 98% delle misure effettuate.

La densità in sito sarà determinata mediante normali procedimenti a volumometro, con l'accorgimento di eliminare dal calcolo, sia del peso che del volume, gli elementi di dimensione superiore a 25 mm.

La sistemazione di questi elementi nel cavo dovrà essere effettuata con cura, elemento per elemento per evitare la formazione di cavità durante la misurazione del volume del cavo stesso.

Il valore del modulo di deformazione (CNR- 146 – 1992), al primo ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15-0,25 MPa, in un tempo compreso fra 3-12 h dalla compattazione, non dovrà mai essere inferiore a 150 MPa.

Qualora venissero rilevati valori inferiori, la frequenza dei rilevamenti dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'impresa, a sua cura e spese, dovrà demolire e ricostruire gli strati interessati.

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm verificato a mezzo di un regolo di 4,00 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla Direzione Lavori.

4.5.6. Fondazione in conglomerato cementizio

Per quanto concerne la manipolazione, il trasporto e la posa in opera del calcestruzzo valgono le norme già indicate nella sezione di capitolato relativa al conglomerato.

L'aggregato grosso (i pietrischi e le ghiaie) avrà le caratteristiche almeno pari a quelle della categoria III, della tabella II, art. 3 delle norme edite dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (fascicolo n. 4 delle Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali, ultima edizione) e sarà di pezzatura compresa fra i mm 25 e i mm 40. I pietrischetti o ghiaietti avranno caratteristiche almeno pari a quelli della categoria IV della tabella III dell'art. 4 delle norme suindicate della pezzatura compresa fra i mm 10 e i mm 25.

I materiali dovranno essere di qualità e composizione uniforme, puliti e praticamente esenti da polvere, argilla o detriti organici. A giudizio insindacabile della Direzione dei lavori, questa potrà richiedere la preventiva lavatura.

L'aggregato fine sarà costituito da sabbie naturali, eminentemente silicee e di cava o di fiume, o provenienti dalla frantumazione artificiale di rocce idonee. L'aggregato dovrà passare almeno per il 95% del peso asciutto dal crivello con fori da mm 7, per almeno il 70% dal setaccio 10 ASTM e per non oltre il 10% dal setaccio 100 ASTM.

La sabbia dovrà essere di qualità viva, ruvida al tatto, pulita ed esente da polvere, argilla od altro materiale estraneo, di granulometria bene assortita.

Il cemento normale o di alto forno dovrà provenire da cementifici di provata capacità e serietà e dovrà rispondere alle caratteristiche richieste dalle norme vigenti.

L'acqua da impiegarsi dovrà essere pulita e priva di qualsiasi sostanza che possa ridurre la consistenza del calcestruzzo od ostacolarne la presa e l'indurimento.

Il calcestruzzo sarà costituito con inerti di almeno tre pezzature, dosato con kg 200 di cemento per metro cubo di calcestruzzo vibrato in opera.

La proporzione delle varie pezzature di inerti ed il rapporto acqua e cemento verranno determinati preventivamente con prove di laboratorio ed accettati dalla Direzione dei lavori.

I quantitativi di acqua da adottarsi sono comprensivi dell'acqua già eventualmente presente negli aggregati stessi.

La miscelazione dovrà effettuarsi a mezzo di un miscelatore di tipo idoneo. In ogni caso, ad impasto finito, tutti gli elementi dovranno risultare ben avvolti dalla pasta di cemento; e non dovranno aversi differenziazioni o separazioni sensibili nelle diverse parti dell'impasto.

La composizione effettiva del calcestruzzo sarà accertata, oltre che mediante controllo diretto della formazione degli impasti, arrestando, mediante aggiunta di alcool i fenomeni di presa nei campioni prelevati subito dopo la formazione del conglomerato, e sottoponendo i campioni stessi a prove di laboratorio.

Nel caso in cui l'impresa desiderasse aumentare la plasticità e lavorabilità del conglomerato, l'eventuale aggiunta di opportuni correttivi, come prodotti aeratori o plastificanti, dovrà essere autorizzata dalla Direzione dei lavori; le spese per il provvedimento del genere saranno a carico della impresa.

Prima di addivenire alla posa del calcestruzzo, l'impresa avrà cura di fornire e stendere a sue spese sul sottofondo uno strato continuo ed uniforme di sabbia, dello spessore di almeno un centimetro.

Per il contenimento e per la regolazione degli spessori del calcestruzzo durante il getto, l'impresa dovrà impiegare guide metalliche dei tipi normalmente usati allo scopo; composte di elementi di lunghezza minima di m 3, di altezza non inferiore allo spessore del calcestruzzo, munite di larga base e degli opportuni dispositivi per il sicuro appoggio ed ammassamento al terreno e collegate fra di loro in maniera solida e indeformabile. Le guide dovranno essere installate con la massima cura e precisione. L'esattezza della posa delle guide sarà controllata con regolo piano della lunghezza di m 2, e tutte le differenze superiori ai mm 3 in più od in meno dovranno essere corrette. Le guide dovranno essere di tipo e resistenza tali da non subire inflessioni od oscillazioni sensibili durante il passaggio e l'azione della macchina finitrice.

Il getto della pavimentazione potrà essere effettuato in due strati ed essere eseguito in una sola volta per tutta la larghezza della strada, oppure in due strisce longitudinali di uguale larghezza gettate distintamente

una dopo l'altra, se la carreggiata è a due corsie; i giunti fra le due strisce dovranno in ogni caso corrispondere alle linee di centro della carreggiata di traffico.

Qualora la carreggiata abbia un numero di corsie superiori a due le strisce longitudinali di eguale larghezza da gettarsi distintamente dovranno essere tante quante sono le corsie.

Il costipamento e la finitura del calcestruzzo dovranno essere eseguiti con finitrici a vibrazione del tipo adatto ed approvato dalla Direzione dei lavori, automoventesi sulle guide laterali, munite di un efficiente dispositivo per la regolarizzazione dello strato di calcestruzzo secondo la sagoma prescritta (sagomatrice) e agenti simultaneamente ed uniformemente sull'intera larghezza del getto.

La vibrazione dovrà essere iniziata subito dopo la stesa del calcestruzzo e proseguita fino al suo completo costipamento.

L'azione finitrice dovrà essere tale da non spezzare durante l'operazione gli elementi degli aggregati e non alterare in alcun punto l'uniformità dell'impasto; si dovrà evitare in particolare che alla superficie della pavimentazione si formino strati differenziati di materiale fine.

I getti non potranno essere sospesi durante l'esecuzione dei lavori se non in corrispondenza dei giunti di dilatazione o di contrazione. In quest'ultimo caso il taglio del giunto dovrà essere formato per tutto lo spessore del calcestruzzo.

In nessun caso si ammetteranno riprese e correzioni eseguite con malta o con impasti speciali. La lavorazione dovrà essere ultimata prima dell'inizio della presa del cemento.

A vibrazione ultimata lo strato del calcestruzzo dovrà risultare perfettamente ed uniformemente costipato su tutto lo spessore e dovrà presentare la superficie scabra per facilitare l'ancoraggio del sovrastante strato di conglomerato bituminoso (binder). Si prescrive pertanto che, prima dell'inizio della presa, la superficie venga accuratamente pulita dalla malta affiorante per effetto della vibrazione e a tale scopo si farà uso di spazzoloni moderatamente bagnati fino ad ottenere lo scoprimento completo del mosaico.

La pavimentazione finita dovrà corrispondere esattamente alle pendenze trasversali e alle livellette di progetto o indicate dalla Direzione dei lavori e risultare uniforme in ogni punto e senza irregolarità di sorta.

In senso longitudinale non si dovranno avere ondulazioni od irregolarità di livelletta superiori a 5 mm in più o in meno rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata al manto. Gli spessori medi del manto non dovranno risultare inferiori a quelli stabiliti, con tolleranze massime locali di un centimetro in meno. In caso di irregolarità e deficienze superiori ai limiti sopradetti, l'Amministrazione potrà richiedere il rifacimento anche totale dei tratti difettosi, quando anche si trattasse di lastre intere. L'impresa è obbligata a fornire tutte le prestazioni che si ritenessero necessarie per l'esecuzione delle prove o dei controlli, nonché il trasporto in sito e ritorno degli strumenti ed attrezzature occorrenti.

I giunti longitudinali saranno formati a mezzo di robuste guide metalliche di contenimento, già precedentemente descritte.

Prima della costruzione della striscia adiacente alla parete del giunto, tale parete dovrà essere spalmata, a cura e spese dell'impresa, di bitume puro.

I giunti trasversali di dilatazione saranno disposti normalmente all'asse stradale, a intervalli eguali, conformi al progetto o alle prescrizioni della Direzione dei lavori e saranno ottenuti inserendo nel getto apposite tavolette di materiale idoneo deformabile, da lasciare in posto a costituire ad un tempo il giunto ed il suo riempimento.

Dette tavolette dovranno avere un'altezza di almeno 3 cm inferiore a quella del manto finito. Per completare il giunto sino a superficie, le tavolette, durante il getto, dovranno essere completate con robuste sagome provvisorie rigidamente fissate al preciso piano della pavimentazione in modo da consentire la continuità del passaggio e di lavoro della finitrice e da rimuovere a lavorazione ultimata.

I giunti potranno anche essere ottenuti provvedendo, a vibrazione ultimata, ad incidere con tagli netti in corrispondenza della tavoletta sommersa a mezzo di opportune sagome metalliche vibranti o a mezzo di macchine tagliatrici.

I bordi dei giunti verranno successivamente regolarizzati con frattazzi speciali in modo da sagomare gli spigoli secondo profili circolari del raggio di un centimetro.

I giunti di contrazione saranno ottenuti incidendo la pavimentazione dall'alto mediante sagome metalliche inserite provvisoriamente nel getto o mediante una lamina vibrante. L'incisione deve avere in ogni caso una profondità pari almeno alla metà dello spessore totale della fondazione, in modo da indurre successiva rottura spontanea delle lastre in corrispondenza della sezione di minor resistenza così creata.

Le distanze fra i giunti di contrazione saranno conformi al progetto od alle prescrizioni della Direzione dei lavori.

Trascorso il periodo di stagionatura del calcestruzzo si provvederà alla colmatura dei giunti, previa accurata ed energica pulizia dei vani da riempire, con mastice bituminoso.

4.6. Massicciata

4.6.1. Generalità

Le massicciate, tanto se debbono formare la definitiva carreggiata vera e propria portante direttamente il traffico dei veicoli e di per sé resistente, quanto se debbano eseguirsi per consolidamento o sostegno di pavimentazione destinata a costituire la carreggiata stessa, saranno eseguite con pietrisco o ghiaia aventi le dimensioni appropriate al tipo di carreggiata da formare, di dimensioni convenientemente assortite.

Il pietrisco sarà ottenuto con la spezzatura meccanica, curando in quest'ultimo caso di adoperare tipi di frantoi meccanici che spezzino il pietrame od i ciottoloni di elevata durezza, da impiegare per la formazione del pietrisco, in modo da evitare che si determinino fratture nell'interno dei singoli pezzi di pietrisco.

La Direzione dei lavori si riserva la facoltà di fare allontanare o di allontanare, a tutte spese e cure dell'Impresa, dalla sede stradale il materiale di qualità scadente.

Il materiale di massicciata, qualora non sia diversamente disposto, verrà sparso e regolarizzato in modo che la superficie della massicciata, ad opera finita, abbia in sezione trasversale e per tratti in rettilineo, ed a seconda dei casi, il profilo indicato nei disegni e nelle curve il profilo sarà stabilito dalla Direzione dei lavori.

Tutti i materiali da impiegare per la formazione della massicciata stradale dovranno soddisfare alle «Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali» di cui al «Fascicolo n. 4» del Consiglio Nazionale delle Ricerche, edizione 1953 o seguenti.

Per la formazione della massicciata il materiale, dopo la misura, deve essere steso in modo regolare ed uniforme, mediante adatti distributori meccanici.

L'altezza dello strato da cilindrare in una sola volta non deve essere superiore a cm 15.

Qualora la massicciata non debba essere cilindrata, si provvederà a dare ad essa una certa consistenza, oltre che con l'impiego di pietrisco (da 60 a 25 mm) escludendo rigorosamente le grosse pezzature, mediante lo spandimento di sabbione di aggregazione che renda possibile l'amalgama dei vari elementi sotto un traffico moderato.

4.6.2. Cilindratura delle massicciate

Salvo le semplici compressioni di massicciata a macadam ordinario, quando si tratti di cilindrare a fondo le stesse massicciate da conservare a macadam ordinario, o eseguite per spianamento e regolarizzazioni di piani di posa di pavimentazioni, oppure di cilindrate da eseguire per preparare la massicciata a ricevere trattamenti superficiali, rivestimenti, penetrazioni e relativo supporto, o per supporto di pavimentazioni in conglomerati asfaltici bituminosi od asfaltici, in porfido ecc., si provvederà all'uopo ed in generale con rullo compressore a motore del peso non minore di 16 tonnellate.

Il rullo nella sua marcia di funzionamento manterrà la velocità oraria uniforme non superiore a km 3.

Per la chiusura e rifinitura della cilindratura si impiegheranno rulli di peso non superiore a tonnellate 14, e la loro velocità potrà essere anche superiore a quella suddetta, nei limiti delle buone norme di tecnica stradale.

Il lavoro di compressione o cilindratura dovrà essere iniziato dai margini della strada e gradatamente proseguito verso la zona centrale.

Il rullo dovrà essere condotto in modo che nel cilindrare una nuova zona passi sopra una striscia di almeno cm 20 della zona precedentemente cilindrata, e che nel cilindrare la prima zona marginale venga a comprimere anche una zona di banchina di almeno cm 20 di larghezza.

Non si dovranno cilindrare o comprimere strati di pietrisco o ghiaia superiore a cm 12 di altezza misurati sul pietrisco soffice sparso, e quindi prima della cilindratura.

Quanto alle modalità di esecuzione delle cilindrate queste vengono distinte in 3 categorie:

1° di tipo chiuso;

2° di tipo parzialmente aperto;

3° di tipo completamente aperto;

a seconda dell'uso cui deve servire la massicciata a lavoro di cilindratura ultimato, e dei trattamenti o rivestimenti coi quali è previsto che debba essere protetta.

Qualunque sia il tipo di cilindratura, fatta eccezione delle compressioni di semplice assestamento, occorrenti per poter aprire al traffico senza disagio del traffico stesso, almeno nel primo periodo, la strada o i tratti da conservare a macadam semplice, tutte le cilindrate in genere debbono essere eseguite in modo che la massicciata, ad opera finita e nei limiti resi possibili dal tipo cui appartiene, risulti cilindrata a fondo, in modo cioè che gli elementi che la compongono acquistino lo stato di massimo addensamento.

Cilindratura di tipo chiuso

Essa dovrà essere eseguita con uso di acqua, pur tuttavia limitato, per evitare ristagni nella massicciata e rifluimento in superficie del terreno sottostante che potesse perciò essere rammollito e con impiego, durante la cilindatura, di materiale di saturazione, comunemente detto aggregante, costituito da sabbione pulito e scevro di materie terrose da scegliere fra quello con discreto potere legante, o da detrito dello stesso pietrisco, se è prescritto l'impiego del pietrisco e come è opportuno per questo tipo, purché tali detriti siano idonei allo scopo. Detto materiale col sussidio dell'acqua e con la cilindatura prolungata in modo opportuno, ossia condotta a fondo, dovrà riempire completamente, od almeno il più che sia possibile, i vuoti che anche nello stato di massimo addensamento del pietrisco restano tra gli elementi del pietrisco stesso.

Ad evitare che per eccesso di acqua si verifichino inconvenienti immediati o cedimenti futuri, si dovranno aprire frequenti tagli nelle banchine, creando dei canaletti di sfogo con profondità non inferiore allo spessore della massicciata ed eventuale sottofondo e con pendenza verso l'esterno.

La cilindatura sarà protratta fino a completo costipamento col numero di passaggi occorrenti in relazione alla qualità e durezza del materiale prescritto per la massicciata, e in ogni caso non mai inferiore a 120 passate.

Cilindratura di tipo semiaperto

A differenza del precedente, dovrà essere eseguita con le modalità seguenti:

- l'impiego di acqua dovrà essere pressoché completamente eliminato durante la cilindatura, limitandone l'uso ad un preliminare innaffiamento moderato del pietrisco prima dello spandimento e configurazione, in modo da facilitare l'assestamento dei materiali di massicciata durante le prime passate di compressore, ed a qualche leggerissimo innaffiamento in sede di cilindatura e limitatamente allo strato inferiore da cilindare per primo (tenuto conto che normalmente la cilindatura di massicciate per strade di nuova costruzione interessa uno strato di materiale di spessore superiore ai cm 12), e ciò laddove si verificasse qualche difficoltà per ottenere l'assestamento suddetto. Le ultime passate di compressore, e comunque la cilindatura della zona di massicciata che si dovesse successivamente cilindare al disopra della zona suddetta di cm 12, dovranno eseguirsi totalmente a secco;
- il materiale di saturazione da impiegare dovrà essere della stessa natura, essenzialmente arida e preferibilmente silicea, nonché almeno della stessa durezza, del materiale durissimo, e pure preferibilmente siliceo, che verrà prescritto ed impiegato per le massicciate da proteggere coi trattamenti superficiali e rivestimenti suddetti.

Si potrà anche impiegare materiale detritico ben pulito proveniente dallo stesso pietrisco formante la massicciata (se è previsto impiego di pietrisco), oppure graniglia e pietrischino, sempre dello stesso materiale.

L'impiego dovrà essere regolato in modo che la saturazione dei vuoti resti limitata alla parte inferiore della massicciata e rimangano nella parte superiore per un'altezza di alcuni centimetri i vuoti naturali risultanti dopo completata la cilindatura: qualora vi sia il dubbio che per la natura o dimensione dei materiali impiegati possano rimanere in questa parte superiore vuoti eccessivamente voluminosi a danno dell'economia del successivo trattamento, si dovrà provvedere alla loro riduzione unicamente mediante l'esecuzione dell'ultimo strato, che dovrà poi ricevere il trattamento, con opportuna mescolanza di diverse dimensioni dello stesso materiale di massicciata.

La cilindatura sarà eseguita col numero di passate che risulterà necessario per ottenere il più perfetto costipamento in relazione alla qualità e durezza del materiale di massicciata impiegato, ed in ogni caso con numero non minore di 80 passate.

Il tipo di cilindatura semiaperto è quello da eseguire per le massicciate che si debbano proteggere con applicazioni di una mano (di impianto) con o senza mani successive, di bitume o catrame, a caldo od a freddo, o per creare una superficie aderente a successivi rivestimenti, facendo penetrare i leganti suddetti più o meno profondamente nello strato superficiale della massicciata (trattamento in semipenetrazione).

Cilindratura di tipo completamente aperto

Essa differisce a sua volta dagli altri sopradescritti in quanto deve essere eseguita completamente a secco e senza impiego di sorta di materiali saturanti i vuoti.

La massicciata viene preparata per ricevere la penetrazione, mediante cilindatura che non è portata subito a fondo, ma sufficiente a serrare fra loro gli elementi del pietrisco, che deve essere sempre di qualità durissima e preferibilmente siliceo, con le dimensioni appropriate, il definitivo completo costipamento viene affidato alla cilindatura, da eseguirsi successivamente alla applicazione del trattamento in penetrazione.

4.6.3. Massiciata a macadam ordinario

Le massicciate da eseguire e conservare a macadam ordinario saranno semplicemente costituite con uno strato di pietrisco o ghiaia di qualità, durezza e dimensioni conformi agli ordini che saranno impartiti in sede esecutiva dalla Direzione dei lavori. I materiali da impiegare dovranno essere scevri di materie terrose, detriti, sabbie e comunque di materie eterogenee. Essi saranno posti in opera nell'apposito cassonetto spargendoli sul fondo e sottofondo e dovranno risultare configurati accuratamente in superficie secondo il profilo assegnato alla sagoma trasversale.

Se per la massiciata è prescritta o sarà ordinata in sede esecutiva la cilindratura a fondo, questa sarà eseguita con le modalità relative al tipo chiuso descritto nello specifico articolo. In entrambi i casi si dovrà curare di sagomare nel modo migliore la superficie della carreggiata secondo i prescritti profili trasversali sopraindicati.

4.6.4. Massiciata per il supporto di rivestimento di notevole spessore

Quando la massiciata è destinata a servire da supporto a rivestimenti di spessore relativamente notevole, assumendo così il compito quasi esclusivo di ridurre le pressioni trasmesse agli strati inferiori, possono usarsi materiali di costo limitato, in particolare pietrischetti della seconda categoria (fascicolo n. 4 edito dal Consiglio Nazionale delle Ricerche, ultima edizione, contenente le norme per l'accettazione dei pietrischi, pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali) e ghiaie.

La tecnica della esecuzione è analoga a quella indicata per la formazione delle massicciate ordinarie, ma si può ridurre il lavoro di cilindratura occorrente per il costipamento aumentando il quantitativo del materiale di aggregazione o passando addirittura all'impiego di materiale delle pezzature normali a quello di materiale di convenienti granulometrie estese sino ad includere le sabbie.

A cilindratura finita la massiciata dovrà presentarsi chiusa ben assestata così da non dar luogo a cedimenti al passaggio del compressore.

4.6.5. Massiciata in misto granulometrico a stabilizzazione meccanica

Per le strade in terre stabilizzate da eseguirsi con misti granulometrici senza aggiunta di leganti si adopererà una idonea miscela di materiali a granulometria continua a partire dal limo argilla da mm 0,074 sino alla ghiaia (ciottoli) o pietrisco con massime dimensioni di 50 millimetri.

La relativa curva granulometrica dovrà essere contenuta tra i valori della tabella seguente:

Tipi di crivello	Diametro maglie mm	Percentuale passante in peso %
U.N.I. 2334	71	100
U.N.I. 2334	30	70-100
U.N.I. 2334	10	35-70
U.N.I. 2334	5	23-55
U.N.I. 2332	2	15-40
U.N.I. 2332	0,4	8-25
U.N.I. 2332	0,075	2-15

Lo strato dovrà avere un indice di plasticità tra 6 e 9 (salvo in condizioni particolari secondo rilievi di laboratorio alzare il limite superiore che può essere generalmente conveniente salga a 10) per avere garanzie che né la sovrastruttura si disgrega né, quando la superficie è bagnata, sia incisa dalle ruote, ed in modo da realizzare un vero e proprio calcestruzzo d'argilla con idoneo scheletro litico. A tal fine si dovrà altresì avere un limite di liquidità inferiore a 35 e ad un C.B.R. saturo a 2,5 mm di penetrazione non inferiore al 50%. Lo spessore dello strato stabilizzato sarà determinato in relazione alla portanza anche del sottofondo e dei carichi che dovranno essere sopportati per il traffico (max. kg 8/cm² previsto per pneumatici di grossi automezzi dal nuovo codice della strada) mediante la prova di punzonamento C.B.R. (California bearing ratio) su campione compattato preventivamente col metodo Proctor.

Il materiale granulometrico tanto che sia tout venant di cava o di frantumazione, tanto che provenga da banchi alluvionali opportunamente vagliati, il cui scavo debba essere corretto con materiali di aggiunta, ovvero parzialmente frantumati per assicurare un maggior ancoraggio reciproco degli elementi del calcestruzzo di argilla, deve essere steso in cordoni lungo la superficie stradale. Successivamente si procede al mescolamento per ottenere una buona omogeneizzazione mediante i motograder ed alla contemporanea stesa sulla superficie stradale. Poi dopo conveniente umidificazione in relazione alle

condizioni ambientali si compatta lo strato con rulli gommati o vibranti sino ad ottenere una densità in posto non inferiore al 95% di quella massima ottenuta con la prova AASHO modificata.

Per l'impiego, la qualità, le caratteristiche dei materiali e la loro accettazione l'Impresa sarà tenuta a prestarsi in ogni tempo, a sue cure e spese, alle prove dei materiali da impiegare o impiegati presso un Istituto sperimentale ufficiale. Le prove da eseguirsi correntemente saranno l'analisi granulometrica meccanica, i limiti di plasticità e fluidità, densità massima ed umidità ottima (prove di Proctor), portanza (C.B.R.) e rigonfiabilità, umidità in posto, densità in posto.

4.7. Opere di completamento

4.7.1. Cordonate in calcestruzzo

Gli elementi prefabbricati delle cordonate in calcestruzzo saranno di lunghezza metrica e con sezione conforme agli elaborati progettuali, o comunque secondo le indicazioni del Direttore dei lavori.

La resistenza caratteristica del calcestruzzo richiesta dovrà essere adeguata a garantire un adeguato requisito di durabilità, conformemente alle prescrizioni delle norme UNI EN 206-1 e UNI 11104. Particolare attenzione dovrà essere prestata nel caso di situazioni particolarmente aggressive (presenza di Sali disgelanti, cicli di gelo-disgelo, ecc.).

Gli elementi andranno posati su un letto di calcestruzzo di 10 cm di spessore e rinfiancati in modo continuo da ambo i lati, fino ad un'altezza di 3 cm al di sotto del piano stradale finito più basso, e fino a 8 cm al di sotto del piano più alto. La sezione complessiva del calcestruzzo per il letto e il rinfianco sarà di cm² 600. I giunti saranno sigillati con malta fina di cemento. Gli elementi in curva saranno di dimensioni minori per seguire le curvature di progetto della cordonata.

4.7.2. Canalette di deflusso dalla strada

Avranno le misure di cm 50x50x20, spessore cm 5, e saranno di forma ad imbuto. Saranno poste in opera dal basso, in apposita sede scavata sulla superficie della scarpata, partendo dal fosso di guardia fino alla banchina, dove sarà eseguito un raccordo per l'imbocco delle acque di deflusso mediante malta cementizia. Qualora non vi sia ritegno sul fosso di guardia si avrà cura di infiggere nel terreno 2 tondini di acciaio di diametro mm 18, della lunghezza minima di cm 80 con sporgenza di cm 20, per impedire lo slittamento.

4.7.3. Segnaletica ed elementi indicatori

Per quanto riguarda la segnaletica orizzontale e verticale, l'Impresa dovrà attenersi alle disposizioni che verranno impartite di volta in volta dalla Direzione dei lavori e alle norme che sono contenute nel regolamento di attuazione del nuovo codice della strada modificato e integrato con tutte le disposizioni in vigore al momento della collocazione in opera.

I paracarri, gli indicatori chilometrici ed i termini di confine in pietra verranno posti in opera entro fosse di convenienti dimensioni sopra un letto di ghiaia o di sabbia di altezza di cm 10, e si assicureranno nella posizione prescritta riempiendo i vani laterali contro le pareti della fossa con grossa ghiaia, ciottoli o rottami di pietre fortemente battuti. Allorquando i paracarri siano posti a difesa di parapetti in muratura, si dovrà evitare ogni contatto immediato con i medesimi lasciando un conveniente intervallo.

5. FORMAZIONE DI PAVIMENTAZIONI STRADALI

5.1. Demolizione di pavimentazione o massicciata stradale in conglomerato bituminoso

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. Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Tali attrezzature dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori relativamente a caratteristiche meccaniche, dimensioni e capacità produttiva; il materiale fresato dovrà risultare idoneo, ad esclusivo giudizio della stessa Direzione Lavori, per il reimpiego nella confezione di conglomerati bituminosi.

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 di almeno 10 cm.

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 dispositivo 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.

Scarificazioni di pavimentazioni esistenti

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

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Impresa dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della massicciata esistente adoperando, all'uopo, apposito scarificatore opportunamente trainato e guidato.

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

Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature

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

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

La superficie del cavo dovrà risultare perfettamente regolare in tutti i punti, priva di residui di strati non completamente fresati che possano compromettere l'aderenza delle nuove stese da porre in opera (questa prescrizione non è valida nel caso di demolizione integrale degli strati bituminosi).

Lo spessore della fresatura dovrà essere mantenuto costante in tutti i punti e sarà valutato mediando l'altezza delle due pareti laterali con quella della parte centrale del cavo.

La pulizia del piano di scarifica, nel caso di fresature corticali o subcorticali dovrà essere eseguita con attrezzature munite di spazzole rotanti e/o dispositivi aspiranti o simili in grado di dare un piano perfettamente pulito.

Le pareti dei tagli longitudinali dovranno risultare perfettamente verticali e con andamento longitudinale rettilineo e privo di sgretolature.

Sia il piano fresato che le pareti dovranno, prima della posa in opera dei nuovi strati di riempimento, risultare perfettamente puliti, asciutti e uniformemente rivestiti dalla mano di attacco in legante bituminoso.

5.2. Strato di base

5.2.1. Generalità

Lo strato di base è costituito da un misto granulare di frantumato, ghiaia, sabbia ed eventuale additivo (secondo le definizioni riportate nell'art. 1 delle Norme C.N.R. sui materiali stradali - fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), normalmente dello spessore di 15 cm, impastato con bitume a caldo, previo preriscaldamento degli aggregati, steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e costipato con rulli gommati, vibranti gommati e metallici.

Lo spessore della base è prescritto nei tipi di progetto, salvo diverse indicazioni della Direzione dei Lavori.

5.2.2. Inerti

I requisiti di accettazione degli inerti impiegati nei conglomerati bituminosi per lo strato di base dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") e nelle norme C.N.R. 65-1978 C.N.R. 80-1980.

Per il prelevamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle norme C.N.R. - 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le norme del C.N.R B.U. n. 34 (del 28-3-1973), anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso sarà costituito da frantumati (nella misura che di volta in volta sarà stabilita a giudizio della Direzione Lavori e che comunque non potrà essere inferiore al 30% della miscela degli inerti) e da ghiaie che dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- perdita di peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 25%.
- In ogni caso gli elementi dell'aggregato dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei, inoltre non dovranno mai avere forma appiattita, allungata o lenticolare.
- L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali e di frantumazione (la percentuale di queste ultime sarà prescritta di volta in volta dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di scorrimento delle prove Marshall, ma comunque non dovrà essere inferiore al 30% della miscela delle sabbie) che dovranno rispondere al seguente requisito:
- equivalente in sabbia (C.N.R. 27 -1972) superiore a 50.
- Gli eventuali additivi, provenienti dalla macinazione di rocce preferibilmente calcaree o costituiti da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri d'asfalto, dovranno soddisfare ai seguenti requisiti:
 1. setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
 2. setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%.

La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

5.2.3. Legante

Dovranno essere impiegati bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione con le caratteristiche indicate nella tabella seguente, impiegati per il confezionamento di conglomerati bituminosi.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

La tabella che segue si riferisce al prodotto di base così com'è prelevato nelle cisterne e/o negli stoccaggi.

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

Caratteristiche	Unità	Bitume "A"	Bitume "B"
		Valore	Valore
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	65 / 85	85 / 105
Punto di rammollimento	C / K	48-54/321-327	47-52/320-325
Indice di penetrazione		-1 / +1	-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-8 / 265	-9 / 264
Duttilità a 25°C/298°K, min.	cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436°K, max.	%	+/- 0,5	+/- 1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	220 - 400	150 - 250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,4 - 0,8	0,2 - 0,6
Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Overt Test)			
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	700 - 800	500 - 700
Penetrazione residua a 25°C/298°K, 100g, 5s	%	≤ 70	≤ 75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤ +8 / ≤ 281	≤ + 10 / ≤ 283

L'indice di penetrazione, dovrà calcolato con la formula appresso riportata, compreso fra - 1,0 e + 1,0:
 indice di penetrazione = $(20 u - 500 v) / (u + 50 v)$

dove:

u = temperatura di rammollimento alla prova "palla-anello" in °C (a 25°C);

v = log. 800 - log. penetrazione bitume in mm (a 25°C.).

5.2.4. Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
crivello 40	100
crivello 30	80-100
crivello 25	70-95
crivello 15	45-70
crivello 10	35-60
crivello 5	25-50
setaccio 2	20-40
setaccio 0.4	6-20
setaccio 0.18	4-14
setaccio 0.075	4-8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38 - 1973);

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30 -1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 700 Kg; inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere superiore a 250;

- gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresi fra 4% e 7%. I provini per le misure di stabilità e rigidità anzidette dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. La temperatura di compattazione dovrà essere uguale o superiore a quella di stesa; non dovrà però superare quest'ultima di oltre 10°C.

Le miscele di aggregati e leganti idrocarburici dovranno rispondere inoltre anche alle norme C.N.R. 134 - 1991;

5.2.5. Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi autorizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

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

Il dosaggio dei componenti della miscela dovrà essere eseguito a peso mediante idonea apparecchiatura la cui efficienza dovrà essere costantemente controllata.

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

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

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

Si farà uso di almeno 4 classi di aggregati con predosatori in numero corrispondente alle classi impiegate.

Il tempo di mescolazione effettivo sarà stabilito in funzione delle caratteristiche dell'impianto e dell'effettiva temperatura raggiunta dai componenti la miscela, in misura tale da permettere un completo ed uniforme rivestimento degli inerti con il legante; comunque esso non dovrà mai scendere al di sotto dei 20 secondi.

La temperatura degli aggregati all'atto della mescolazione dovrà essere compresa tra 150°C e 170°C, e quella del legante tra 150°C e 180°C, salvo diverse disposizioni della Direzione Lavori in rapporto al tipo di bitume impiegato.

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

L'umidità degli aggregati all'uscita dell'essiccatore non dovrà di norma superare lo 0,5%.

5.2.6. Posa in opera delle miscele

La miscela bituminosa verrà stesa sul piano finito della fondazione dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultima ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati nei precedenti articoli relativi alle fondazioni stradali in misto granulare ed in misto cementato.

Prima della stesa del conglomerato su strati di fondazione in misto cementato, per garantire l'ancoraggio, si dovrà provvedere alla rimozione della sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione bituminosa stesa precedentemente a protezione del misto cementato stesso.

Procedendo alla stesa in doppio strato, i due strati dovranno essere sovrapposti nel più breve tempo possibile; tra di essi dovrà essere interposta una mano di attacco di emulsione bituminosa in ragione di 0,5 Kg/m².

La posa in opera dei conglomerati bituminosi verrà effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici dei tipi approvati dalla Direzione Lavori, in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismo di autolivellamento.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente con l'impiego di 2 o più finitrici.

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

Se il bordo risulterà danneggiato o arrotondato si dovrà procedere al taglio verticale con idonea attrezzatura. I giunti trasversali, derivanti dalle interruzioni giornaliere, dovranno essere realizzati sempre previo taglio ed asportazione della parte terminale di azzeramento.

La sovrapposizione dei giunti longitudinali tra i vari strati sarà programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno cm 20 e non cadano mai in corrispondenza delle 2 fasce della corsia di marcia normalmente interessata dalle ruote dei veicoli pesanti.

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

La temperatura del conglomerato bituminoso all'atto della stesa, controllata immediatamente dietro la finitrice, dovrà risultare in ogni momento non inferiore a 130°C.

La stesa dei conglomerati dovrà essere sospesa quando le condizioni meteorologiche generali possano pregiudicare la perfetta riuscita del lavoro; gli strati eventualmente compromessi (con densità inferiori a quelle richieste) dovranno essere immediatamente rimossi e successivamente ricostruiti a cura e spese dell'Impresa.

La compattazione dei conglomerati dovrà iniziare appena stesi dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza soluzione di continuità.

La compattazione sarà realizzata a mezzo di rulli gommati o vibrati gommati con l'ausilio di rulli a ruote metalliche, tutti in numero adeguato ed aventi idoneo peso e caratteristiche tecnologiche avanzate in modo da assicurare il raggiungimento delle massime densità ottenibili.

Al termine della compattazione, lo strato di base dovrà avere una densità uniforme in tutto lo spessore non inferiore al 97% di quella Marshall dello stesso giorno, rilevata all'impianto o alla stesa. Tale valutazione sarà eseguita sulla produzione giornaliera, su carote di 15 cm di diametro; il valore risulterà dalla media di due prove (C.N.R. 40-1973).

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

La superficie degli strati dovrà presentarsi priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga m 4,00, posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente.

Saranno tollerati scostamenti contenuti nel limite di 10 mm.

Il tutto nel rispetto degli spessori e delle sagome di progetto.

5.3.Strati di collegamento (binder) e usura

5.3.1.Generalità

La parte superiore della sovrastruttura stradale sarà, in generale, costituita da un doppio strato di conglomerato bituminoso steso a caldo, e precisamente: da uno strato inferiore di collegamento (binder) e da uno strato superiore di usura, secondo quanto stabilito dalla Direzione Lavori.

Il conglomerato per ambedue gli strati sarà costituito da una miscela di pietrischetti, graniglie, sabbie ed additivi, secondo le definizioni riportate nell' Art. 1 delle norme C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), mescolati con bitume a caldo, e verrà steso in opera mediante macchina vibrofinitrice e compattato con rulli gommati e lisci.

5.3.2.Inerti

Il prelievo dei campioni di materiali inerti, per il controllo dei requisiti di accettazione appresso indicati, verrà effettuato secondo le norme C.N.R., Capitolo II del fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Per il prelievamento dei campioni destinati alle prove di controllo dei requisiti di accettazione, così come per le modalità di esecuzione delle prove stesse, valgono le prescrizioni contenute nel fascicolo n. 4 delle Norme C.N.R. 1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con l'avvertenza che la prova per la determinazione della perdita in peso sarà fatta col metodo Los Angeles secondo le Norme C.N.R. B.U n. 34 (del 28-3-1973) anziché col metodo DEVAL.

L'aggregato grosso (pietrischetti e graniglie) dovrà essere ottenuto per frantumazione ed essere costituito da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere o da materiali estranei.

L'aggregato grosso sarà costituito da pietrischetti e graniglie che potranno anche essere di provenienza o natura petrografica diversa, purché alle prove appresso elencate, eseguite su campioni rispondenti alla miscela che si intende formare, risponda ai seguenti requisiti.

Requisiti per strati di collegamento (BINDER)

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore al 25% (C.N.R. 34-1973);
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,80;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali").

Nel caso che si preveda di assoggettare al traffico lo strato di collegamento in periodi umidi od invernali, la perdita in peso per scuotimento sarà limitata allo 0,5%.

Requisiti per strati di usura

- perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, inferiore od uguale al 20% (C.N.R. 34 -1973);
- almeno un 30% in peso del materiale dell'intera miscela deve provenire da frantumazione di rocce che presentino un coefficiente di frantumazione minore di 100 e resistenza a compressione, secondo tutte le giaciture, non inferiore a 140 N/mm^2 , nonché resistenza alla usura minima 0,6;
- indice dei vuoti delle singole pezzature, secondo C.N.R., fascicolo n. 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,85;
- coefficiente di imbibizione, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), inferiore a 0,015 (C.N.R. 137-1992);
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali"), con limitazione per la perdita in peso allo 0,5%.

Per le banchine di sosta saranno impiegati gli inerti prescritti per gli strati di collegamento e di usura di cui sopra.

In ogni caso i pietrischi e le graniglie dovranno essere costituiti da elementi sani, duri, durevoli, approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, a superficie ruvida, puliti ed esenti da polvere e da materiali estranei.

L'aggregato fino sarà costituito in ogni caso da sabbie naturali o di frantumazione che dovranno soddisfare ai requisiti dell' Art. 5 delle norme C.N.R. fascicolo n. 4 del 1953, ed in particolare:

- equivalente in sabbia, determinato con la prova AASHTO T 176, (e secondo la norma C.N.R. B.U. n. 27 del 30-3-1972) non inferiore al 55%;
- materiale non idrofilo, secondo C.N.R., fascicolo 4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") con le limitazioni indicate per l'aggregato grosso. Nel caso non fosse possibile reperire il materiale della pezzatura $2 \div 5 \text{ mm}$ necessario per la prova, la stessa dovrà essere eseguita secondo le modalità della prova Riedel-Weber con concentrazione non inferiore a 6.

Gli additivi minerali (fillers) saranno costituiti da polvere di rocce preferibilmente calcaree o da cemento, calce idrata, calce idraulica, polveri di asfalto e dovranno risultare alla setacciatura per via secca interamente passanti al setaccio n. 30 ASTM e per almeno il 65% al setaccio n. 200 ASTM.

Per lo strato di usura, a richiesta della Direzione dei Lavori, il filler potrà essere costituito da polvere di roccia asfaltica contenente il $6 \div 8\%$ di bitume ad alta percentuale di asfalteni con penetrazione Dow a 25°C inferiore a 150 dmm.

Per fillers diversi da quelli sopra indicati è richiesta la preventiva approvazione della Direzione dei Lavori in base a prove e ricerche di laboratorio.

5.3.3. Legante

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nelle specifiche dello strato di base.

5.3.4. Miscela

Strato di collegamento (binder)

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
crivello 25	100
crivello 15	65-100
crivello 10	50-80
crivello 5	30-60
setaccio 2	20-45
setaccio 0.4	7-25
setaccio 0.18	5-15
setaccio 0.075	4-8

Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 5,5% riferito al peso degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

Esso dovrà comunque essere il minimo che consenta il raggiungimento dei valori di stabilità Marshall e compattezza di seguito riportati.

Il conglomerato bituminoso destinato alla formazione dello strato di collegamento dovrà avere i seguenti requisiti:

- la stabilità Marshall, eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per ogni faccia, dovrà risultare in ogni caso uguale o superiore a 900 Kg. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300 (C.N.R. 30-1973).
- Gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui compresa tra 3 ÷ 7%. La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quello precedentemente indicato. Riguardo alle misure di stabilità e rigidità, sia per i conglomerati bituminosi tipo usura che per quelli tipo binder, valgono le stesse prescrizioni indicate per il conglomerato di base.

Strato di usura

La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante Fuso tipo "A"	Percentuale del passante Fuso tipo "B"
crivello 20	100	
crivello 15	90-100	100
crivello 10	70-90	70-90
crivello 5	40-55	40-60
setaccio 2	25-38	25-38
setaccio 0.4	11-20	11-20
setaccio 0.18	8-15	8-15
setaccio 0.075	6-10	6-10

Il legante bituminoso tipo "A" dovrà essere compreso tra il 4,5% ed il 6% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973).

L'uso del legante bituminoso tipo "B" è ammissibile soltanto in zone fredde (Nord Italia o quote elevate).

Il fuso tipo "A" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore compreso tra 4 e 6 cm.

Il fuso tipo "B" dovrà comprendere le curve per strati di usura dello spessore di 3 cm.

Nelle zone con prevalenti condizioni climatiche di pioggia e freddo, dovranno essere progettate e realizzate curve granulometriche di "tipo spezzata", utilizzando il fuso "A" di cui sopra, con l'obbligo che la percentuale di inerti compresa fra il passante al crivello 5 ed il trattenuto al setaccio 2 sia pari al 10% ± 2%.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- resistenza meccanica elevatissima, cioè capacità di sopportare senza deformazioni permanenti le sollecitazioni trasmesse dalle ruote dei veicoli sia in fase dinamica che statica, anche sotto le più alte temperature estive, e sufficiente flessibilità per poter seguire sotto gli stessi carichi qualunque assestamento eventuale del sottofondo anche a lunga scadenza;
- Il valore della stabilità Marshall (C.N.R. 30-1973) eseguita a 60°C su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia dovrà essere di almeno 10.000 N [1000 Kg]. Inoltre il valore della rigidità Marshall, cioè il rapporto tra stabilità misurata in Kg e lo scorrimento misurato in mm, dovrà essere in ogni caso superiore a 300.
- La percentuale dei vuoti dei provini Marshall, sempre nelle condizioni di impiego prescelte, deve essere compresa fra 3% e 6%.
- La prova Marshall eseguita su provini che abbiano subito un periodo di immersione in acqua distillata per 15 giorni, dovrà dare un valore di stabilità non inferiore al 75% di quelli precedentemente indicati;
- elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- grande compattezza: il volume dei vuoti residui a rullatura terminata dovrà essere compreso fra 4% e 8%.

Ad un anno dall'apertura al traffico, il volume dei vuoti residui dovrà invece essere compreso fra 3% e 6% e impermeabilità praticamente totale; il coefficiente di permeabilità misurato su uno dei provini Marshall, riferendosi alle condizioni di impiego prescelte, in permeametro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10^{-6} cm/sec.

Sia per i conglomerati bituminosi per strato di collegamento che per strato di usura, nel caso in cui la prova Marshall venga effettuata a titolo di controllo della stabilità del conglomerato prodotto, i relativi provini dovranno essere confezionati con materiale prelevato presso l'impianto di produzione ed immediatamente costipato senza alcun ulteriore riscaldamento. In tal modo la temperatura di costipamento consentirà anche il controllo delle temperature operative. Inoltre, poiché la prova va effettuata sul materiale passante al crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

5.3.5. Formazione e confezione degli impasti

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base, salvo che per il tempo minimo di miscelazione effettiva, che, con i limiti di temperatura indicati per il legante e gli aggregati, non dovrà essere inferiore a 25 secondi.

5.3.6. Attivanti l'adesione

Nella confezione dei conglomerati bituminosi dei vari strati (base, collegamento o binder e usura) dovranno essere impiegate speciali sostanze chimiche attivanti l'adesione dei bitumi - aggregato ("dopes" di adesività), costituite da composti azotati di natura e complessità varia, ovvero da ammine ed in particolare da alchilammido - poliammine ottenute per reazione tra poliammine e acidi grassi C16 e C18.

Si avrà cura di scegliere tra i prodotti in commercio quello che sulla base di prove comparative effettuate presso i Laboratori autorizzati avrà dato i migliori risultati e che conservi le proprie caratteristiche fisico - chimiche anche se sottoposto a temperature elevate e prolungate.

Detti additivi polifunzionali per bitumi dovranno comunque resistere alla temperatura di oltre 180° C senza perdere più del 20% delle loro proprietà fisico - chimiche.

Il dosaggio potrà variare a seconda delle condizioni d'impiego, della natura degli aggregati e delle caratteristiche del prodotto, tra lo 0,3% e lo 0,6% sul peso del bitume da trattare (da Kg 0,3 a Kg 0,6 per ogni 100 Kg di bitume).

I tipi, i dosaggi e le tecniche di impiego dovranno ottenere il preventivo benestare della Direzione dei Lavori.

L'immissione delle sostanze attivanti nella cisterna del bitume (al momento della ricarica secondo il quantitativo percentuale stabilito) dovrà essere realizzata con idonee attrezzature tali da garantire la perfetta dispersione e l'esatto dosaggio (eventualmente mediante un completo ciclo di riciclaggio del bitume

attraverso la pompa apposita prevista in ogni impianto), senza inconvenienti alcuno per la sicurezza fisica degli operatori.

Per verificare che detto attivante l'adesione bitume - aggregato sia stato effettivamente aggiunto al bitume del conglomerato la Direzione dei Lavori preleverà in contraddittorio con l'Impresa un campione del bitume additivato, che dovrà essere provato, su inerti acidi naturali (graniti, quarziti, silicei, ecc.) od artificiali (tipo ceramico, bauxite calcinata, "sinopal" od altro) con esito favorevole mediante la prova di spogliazione (di miscele di bitume - aggregato), la quale sarà eseguita secondo le modalità della Norma A.S.T.M. - D 1664/80.

Potrà essere inoltre effettuata la prova di spogliamento della miscela di legante idrocarburico ed aggregati in presenza di acqua (C.N.R. 138-1992) per determinare l'attitudine dell'aggregato a legarsi in modo stabile al tipo di legante che verrà impiegato in opera.

In aggiunta alle prove normalmente previste per i conglomerati bituminosi è particolarmente raccomandata la verifica dei valori di rigidezza e stabilità Marshall.

Inoltre dovranno essere effettuate le prove previste da C.N.R. 149-1992 per la valutazione dell'effetto di immersione in acqua della miscela di aggregati lapidei e leganti idrocarburici per determinare la riduzione (Δ %) del valore di resistenza meccanica a rottura e di rigonfiamento della stessa miscela in conseguenza di un prolungato periodo di immersione in acqua (facendo ricorso alla prova Marshall (C.N.R. 30-1973), ovvero alla prova di trazione indiretta "Brasiliana" (C.N.R. n° 134/1991)).

Ai fini della sicurezza fisica degli operatori addetti alla stesa del conglomerato bituminoso (base, binder ed usura) l'autocarro o il veicolo sul quale è posta la cisterna dovrà avere il dispositivo per lo scarico dei gas combusti di tipo verticale al fine di evitare le dirette emissioni del gas di scarico sul retro. Inoltre dovranno essere osservate tutte le cautele e le prescrizioni previste dalla normativa vigente per la salvaguardia e la sicurezza della salute degli operatori suddetti."

5.4. Conglomerato bituminoso drenante per strati di usura

Il conglomerato bituminoso per usura drenante è costituito da una miscela di Pietrischetti frantumati, sabbie ed eventuale additivo impastato a caldo con legante bituminoso modificato.

Questo conglomerato dovrà essere impiegato prevalentemente con le seguenti finalità:

- favorire l'aderenza in caso di pioggia eliminando il velo d'acqua superficiale soprattutto nelle zone con ridotta pendenza di smaltimento (zone di transizione rettililo-clotoide, rettililo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

Inerti

Valgono le prescrizioni già date per gli strati d'usura e anche;

- coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. uguale o maggiore a 0.44;
- la percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione sarà prescritta, di volta in volta, dalla Direzione Lavori in relazione ai valori di stabilità e scorrimento della prova Marshall che si intendono raggiungere, comunque non dovrà essere inferiore all'80% della miscela delle sabbie.

Legante

I leganti per tale strato di usura dovranno essere del tipo modificato e presentare le seguenti caratteristiche:

- Legante "E": legante tipo "B" + 2% polietilene a bassa densità + 6% stirene butiadene stirene a struttura radiale;

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	35 - 45
Punto di rammollimento	K	333+343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 2

- Legante "F" : legante tipo "B" + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butiadene stirene a struttura radiale

Caratteristiche	Unità	Valore
-----------------	-------	--------

Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 - 70
Punto di rammollimento	K	328-343
Indice di penetrazione		+1/ +3
Punto di rottura (Fraass), min.	K	261
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	180 – 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 1.8

Miscela

Sono previsti tre tipi di miscela, denominate rispettivamente: "granulone", "intermedio" e "monogranulare", che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante Fuso tipo "A" - Granulone	Percentuale del passante Fuso tipo "B" - Intermedio	Percentuale del passante Fuso tipo "C" – Monogr.
crivello 20	100	100	100
crivello 15	80-100	90-100	100
crivello 10	15-35	35-50	85-100
crivello 5	5-20	10-25	5-20
setaccio 2	0-12	0-12	0-12
setaccio 0.4	0-10	0-10	0-10
setaccio 0.18	0-8	0-8	0-8
setaccio 0.075	0-6	0-6	0-6

Il tenore di legante bituminoso dovrà essere compreso tra il 5% ed il 6,5% riferito al peso totale degli aggregati.

Le caratteristiche prestazionali di ciascun tipo di miscela sono le seguenti:

- drenabilità ottima: miscela "granulone" (fuso A)
- drenabilità elevata: miscela "intermedio" (fuso B)
- drenabilità buona: miscela "monogranulare" (fuso C)

Le tre miscele favoriscono tutte una elevata fonoassorbenza; la Direzione Lavori si riserva la facoltà di verificarla mediante il controllo delle miscele stesse, applicando il metodo ad onde stazionarie con l'attrezzatura standard definita "tubo di Kundt" su carote del diametro di 10 cm prelevate in sito.

Le carote dovranno essere prelevate dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato. In questo caso il coefficiente di fonoassorbimento "I" in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fonoassorbimento I
400-630	>0.15
800-1600	>0.30
2000-2500	>0.15

Il controllo dovrà essere effettuato anche mediante rilievi in sito con il metodo dell'impulso riflesso, comunque dopo il 150 giorno dalla stesa del conglomerato. In questo caso con una incidenza radente di 300 i valori di "I" dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coefficiente di fonoassorbimento I
400-630	>0.25
800-1250	>0.50
1600-2500	>0.25

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- il valore della stabilità Marshall (CNR 30 - 73), eseguita a 333 K su provini costipati con 75 colpi di maglio per faccia, dovrà risultare non inferiore a 500 kg per conglomerato con Fuso "A" e 600 kg per quelli con Fusi "C" e "B".

- Il valore del modulo di rigidità Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso "A" ed a 250 per i Fusi "B" e "C"; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 - 73) nei limiti di seguito indicati:
 1. miscela "granulone": (fuso A) 16% - 18%
 2. miscela "intermedio": (fuso B) 14% - 16%
 3. miscela "monogranulare": (fuso C) 12% - 14%
- I provini per le misure di stabilità e rigidità e per la determinazione della percentuale dei vuoti residui dovranno essere confezionati presso l'impianto di produzione e/o presso la stesa. Inoltre la Direzione Lavori si riserva la facoltà di controllare la miscela di usura drenante tramite la determinazione della resistenza a trazione indiretta e della relativa deformazione a rottura (prova "Brasiliana") (CNR 97 - 1984). I valori relativi, per i tre tipi di miscela dovranno risultare nei limiti della tabella che segue:

Temperatura di prova	283 K	298 K	313 K
Resistenza a trazione indiretta (N/mm ²)	0.70 - 1.10	0.25 - 0.42	0.12 - 0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm ²)	≥ 55	≥ 22	≥ 12

Confezione e posa in opera del conglomerato

Valgono le prescrizioni relative allo strato di usura, con l'avvertenza che il tempo minimo di miscelazione non dovrà essere inferiore a 25 s.

La temperatura di costipamento che dovrà essere compresa tra 413 e 423 K per le miscele ottenute con legante bituminoso di tipo "E".

Al termine della compattazione lo strato di usura drenante dovrà avere un peso di volume uniforme in tutto lo spessore, non inferiore al 96% di quello Marshall rilevato all'impianto o alla stesa.

Tale verifica dovrà essere eseguita con frequenza giornaliera secondo la norma (CNR 40 - 1973) e sarà determinata su carote di 20 cm di diametro.

Il coefficiente di permeabilità a carico costante (Kv in cm/s) determinato in laboratorio su carote di diametro 20 cm prelevate in sito dovrà essere maggiore o uguale a:

$$Kv = 15 \cdot 1,0^2 \text{ cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).}$$

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeametro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm² e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm³/min per la miscela del fuso "A" e maggiore di 8 dm³/min per le miscele dei fusi "B" e "C".

Il piano di posa dovrà essere perfettamente pulito e privo di eventuali tracce di segnaletica orizzontale.

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra kg/m² 0,6 e 2,0, secondo le indicazioni della Direzione Lavori, ed al successivo eventuale spargimento di uno strato di sabbia o graniglia prebitumata.

Dovrà altresì essere curato lo smaltimento laterale delle acque che percolano all'interno dell'usura drenante.

5.5. Trattamenti superficiali

5.6. Generalità

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

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

5.7. Trattamento con emulsione a freddo

Preparata la superficie da trattare, si procederà all'applicazione dell'emulsione bituminosa al 55%, in ragione, di norma, di Kg³ per metro quadrato.

Tale quantitativo dovrà essere applicato in due tempi.

In un primo tempo sulla superficie della massiciata dovranno essere sparsi Kg 2 di emulsione bituminosa e dm³ 12 di graniglia da mm 10 a mm 15 per ogni metro quadrato.

In un secondo tempo, che potrà aver luogo immediatamente dopo, verrà sparso sulla superficie precedente il residuo di Kg 1 di emulsione bituminosa e dm^3 8 di graniglia da mm 5 a mm. 10 per ogni metro quadrato.

Allo spargimento della graniglia seguirà una leggera rullatura, da eseguirsi preferibilmente con rullo compressore a tandem, per ottenere la buona penetrazione della graniglia negli interstizi superficiali della massicciata.

Lo spargimento dell'emulsione dovrà essere eseguito con spanditrici a pressione che garantiscano l'esatta ed uniforme distribuzione, sulla superficie trattata, del quantitativo di emulsione prescritto per ogni metro quadrato di superficie nonché, per la prima applicazione, la buona penetrazione nel secondo strato della massicciata fino a raggiungere la superficie del primo, sì da assicurare il legamento dei due strati.

Lo spandimento della graniglia o materiale di riempimento dovrà essere fatto con adatte macchine che assicurino una distribuzione uniforme.

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

Indipendentemente da quanto possa risultare dalle prove di laboratorio e dal preventivo benessere da parte della Direzione dei Lavori sulle forniture delle emulsioni, l'Impresa resta sempre contrattualmente obbligata a rifare tutte quelle applicazioni che, dopo la loro esecuzione, non abbiano dato soddisfacenti risultati, e che sotto l'azione delle piogge abbiano dato segni di rammollimento, stemperamento o si siano dimostrate soggette a facile asportazione mettendo a nudo la sottostante massicciata.

5.8. Trattamento con bitume a caldo

Il trattamento con bitume a caldo, su pavimentazioni bitumate, sarà fatto utilizzando almeno 1 Kg/m^2 di bitume, dopo una accurata ripulitura, fatta esclusivamente a secco, della pavimentazione esistente.

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

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

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

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

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

Con tale applicazione, debitamente ed immediatamente ricoperta di graniglia di pezzatura corrispondente per circa il 70% alle massime dimensioni prescritte ed in quantità di circa m^3 1,20 per 100 m^2 , dovrà costituirsi il manto per la copertura degli elementi pietrosi della massicciata precedentemente trattata con emulsione bituminosa.

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

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

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

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

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

Tanto nei trattamenti di prima mano con emulsione bituminosa, quanto in quelli di seconda mano con bitume a caldo, l'Impresa è obbligata a riportare sul capostrada la graniglia eventualmente non incorporata. Quella che decisamente non può essere assorbita andrà raccolta e depositata nelle piazzole, rimanendo di proprietà dell'Amministrazione.

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

5.9. Trattamento a caldo con bitume liquido

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

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

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

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

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

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

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

Così preparata la strada, la tratta da sottoporre a trattamento sarà delimitata lungo l'asse stradale per l'esecuzione a metà carreggiata per volta e poi, in modo uniforme, sarà distribuito sulla superficie, con distribuzione a pressione, il bitume liquido nella quantità media di 1 Kg/m² previo suo riscaldamento a temperatura tra i 100°C e 110°C entro adatti apparecchi che permettano il controllo della temperatura stessa.

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

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

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

Pertanto, gli ammannimenti rispettivi di pietrischetto e di graniglia su strada, dovranno essere fatti a cumuli alternati rispondenti singolarmente alle diverse pezzature e nei volumi rispondenti ai quantitativi fissati. I quantitativi di pietrischetto e di graniglia così ammanniti verranno controllati con apposite misurazioni da eseguirsi prima dell'inizio della bitumatura.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.10. Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile

5.11. Generalità

I conglomerati bituminosi rigenerati in impianto fisso o mobile sono costituiti da misti granulari composti da conglomerati preesistenti frantumati, inerti nuovi, aggiunti in proporzioni e tipo variabili a seconda della natura di conglomerato (base, binder, usura) che si deve ottenere, impastati a caldo con bitume, al quale viene aggiunto un idoneo prodotto di natura aromatica, che rigeneri le proprietà del legante contenuto nelle miscele bituminose preesistenti, la messa in opera avviene con sistemi tradizionali.

Il conglomerato bituminoso preesistente denominato, proviene in genere dalla frantumazione, direttamente dalla sua primitiva posizione, con macchine fresatrici (preferibilmente a freddo).

Per i materiali descritti nella presente sezione, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

5.12. Inerti

Le percentuali massime del materiale da riutilizzare non dovranno superare il 50%, il restante materiale sarà costituito da nuovi inerti, aventi i requisiti di accettazione previsti per i conglomerati normali.

Si potrà usare materiale fresato di qualsiasi provenienza, per impieghi nello strato di base; materiale proveniente da vecchi strati di binder ed usura, per impieghi nello strato di binder; solo materiali provenienti da strati di usura per gli strati di usura.

5.13. Legante

Il legante sarà costituito da quello presente nel materiale fresato integrato da bitume nuovo, generalmente additivato con rigeneranti-fluidificanti in modo da ottenere le viscosità e le caratteristiche di adesione prescritte nel punto che segue.

Il bitume fresco sarà normalmente del tipo di penetrazione 80/100, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

5.14. Miscela

La granulometria della miscela costituita da materiale di risulta dalla fresatura e dai nuovi inerti dovrà corrispondere al fuso prescritto nelle specifiche norme tecniche per il tipo di conglomerato che si vuol realizzare (base, binder o usura).

La percentuale di bitume da aggiungere e la percentuale di rigenerante da utilizzare saranno determinate come appresso.

Percentuale totale di bitume (Pt) della miscela ottenuta (materiali fresati e materiali nuovi):

$$Pt = 0,035 \cdot a + 0,045 \cdot b + c \cdot d + f$$

essendo:

Pt = % (espressa come numero intero) di bitume in peso sul conglomerato;

a = % di aggregato trattenuto al N. 8 (ASTM 2.38 mm);

b = % di aggregato passante al N. 8 e trattenuto al N° 200 (0.074);

c = % di aggregato passante al N. 200;

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

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

d = 0,20 per un passante al N. 200 < 5%;

f = parametro compreso normalmente fra 0,7 e 1, variabile in funzione dell'assorbimento degli inerti.

La percentuale rispetto al totale degli inerti, di legante nuovo da aggiungere (Pn) sarà pari a

$$P_n = (P_{1n} \pm 0,2)$$

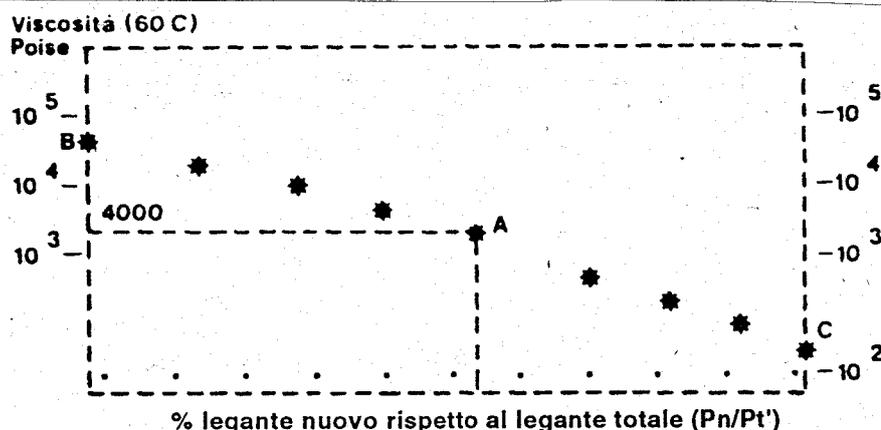
$$P_{1n} = Pt - (P_v \cdot Pr)$$

in cui:

Pv = % di bitume vecchio preesistente (rispetto al totale degli inerti);

Pr = valore decimale della percentuale di materiale riciclato (nel nostro caso maggiore o uguale a 0,5).

La viscosità del legante totale a 60°C non dovrà superare 4.000 poise, quindi, misurata la viscosità del legante estratto (b) è possibile calcolare la viscosità (sempre a 60°C) che dovrà avere il legante da aggiungere usando il monogramma su scala semilogaritmica della figura seguente.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di Pn/Pt' ed il valore della viscosità di 4.000 poise, l'intersezione della retta con l'asse verticale corrispondente al valore 100 dell'asse orizzontale, fornisce il valore C della viscosità del legante che deve essere aggiunto. Qualora non sia possibile ottenere il valore C con bitumi puri, si dovrà ricorrere a miscele bitume-rigenerante. Si ricorda che la viscosità a 60°C di un bitume C.N.R. 80/100 è 2.000 poise. Per valutare la percentuale di rigenerante necessaria si dovrà costruire in un diagramma viscosità percentuale di rigenerante rispetto al legante nuovo, una curva di viscosità con almeno tre punti misurati:

K= viscosità della miscela bitume estratto più bitume aggiunto nelle proporzioni determinate secondo i criteri precedenti, senza rigenerante.

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

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

Da questo diagramma mediante interpolazione lineare è possibile dedurre, alla viscosità di 2.000 poise, la percentuale di rigenerante necessaria.

La miscela di bitume nuovo o rigenerato nelle proporzioni così definite dovrà soddisfare particolari requisiti di adesione determinabili mediante la metodologia Vialit dei "Points et Chaussées" i risultati della prova eseguita su tale miscela non dovranno essere inferiori a quelli ottenuti sul bitume nuovo senza rigenerante.

Il conglomerato dovrà avere gli stessi requisiti (in termini di valori Marshall e di vuoti) richiesti per i conglomerati tradizionali; ulteriori indicazioni per il progetto delle miscele potranno essere stabilite dalla D.L. utilizzando la prova di deformabilità viscoplastica a carico costante (C.N.R. 106-1985).

5.15. Formazione e confezione delle miscele

Il conglomerato sarà confezionato mediante impianti fissi o mobili automatizzati del tipo a tamburo essiccatore - mescolatore.

Il dispositivo di riscaldamento dei materiali dovrà essere tale da ridurre al minimo il danneggiamento e la bruciatura del bitume presente nei materiali da riciclare, pur riuscendo ad ottenere temperature (e quindi viscosità) tali da permettere l'agevole messa in opera (indicativamente superiori a 130°C÷140°C).

L'impianto fisso dovrà essere dotato del numero di predosatori sufficienti per assicurare l'assortimento granulometrico previsto.

Il dosaggio a peso dei componenti della miscela dovrà essere possibile per ogni predosatore. Sarà auspicabile un controllo automatico computerizzato dei dosaggi (compreso quello del legante); questo controllo sarà condizione necessaria per l'impiego di questo tipo d'impianto per il confezionamento dei conglomerati freschi; questo impiego potrà essere reso possibile in cantieri in cui si usino materiali rigenerati e vergini solo dopo accurata valutazione di affidabilità dell'impianto.

L'impianto sarà dotato di tutte le salvaguardie di legge per l'abbattimento di fumi bianchi e azzurri, polveri, ecc.

5.16. Posa in opera delle miscele.

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

5.17. Microtappeti a freddo

5.17.1. Generalità

Il microtappeto è costituito dall'applicazione di un sottile strato di malta bituminosa impermeabile irruvida.

La malta è formata da una miscela di inerti particolarmente selezionati, impastati a freddo con una speciale emulsione bituminosa elastomerizzata.

La miscelazione e la stesa sono effettuate con un'apposita macchina semovente ed il trattamento, che normalmente non richiede rullatura, può essere aperto al traffico quasi immediatamente.

5.17.2. Inerti

Gli inerti, costituiti da una miscela di graniglia, sabbia e filler, con granulometria ben graduata e continua, devono soddisfare particolari requisiti di pulizia, poliedricità, resistenza meccanica, all'abrasione ed al levigamento.

- Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava.
- La perdita in peso alla prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), dovrà risultare minore del 18%;
- il coefficiente di levigabilità accelerata C.L.A. determinato su tali pezzature dovrà essere uguale o maggiore di 0,45 (C.N.R. 140 - 1992);
- La porosità dovrà essere $\leq 1.5\%$ (C.N.R. 65 - 1978);
- La quantità di frantumato dovrà essere 100%.
- Il coefficiente di imbibizione dovrà risultare (C.N.R. Fasc. n.4/1953 - ("Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per costruzioni stradali") $\leq 0,015$;
- I coefficienti di forma "Cf" e di appiattimento "Ca" dovranno risultare inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (C.N.R. 95 - 1984);
- La sensibilità al gelo sarà $\leq 20\%$ (C.N.R. 80 -1980);
- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) pari a 0% (Norma ASTM D1664/80 - CNR.138 -1992)
- L'aggregato fino sarà composto da sabbia di frantumazione. La percentuale delle sabbie provenienti da frantumazione non dovrà in ogni modo essere inferiore all' 85% della miscela delle sabbie.
- In ogni caso la qualità delle rocce e degli elementi litoidi, da cui è ricavata per frantumazione la sabbia, dovrà avere alla prova Los Angeles, (C.N.R B.U. n. 34/1973 - Classe "C"), eseguita su granulato della stessa provenienza, la perdita in peso non superiore al 25%.
- L'equivalente in sabbia determinato sulla sabbia o sulla miscela delle due, dovrà essere maggiore od uguale all' 80% (CNR 27 - 1972).

5.17.3. Additivi

Gli additivi (filler) provenienti dalle sabbie descritte al punto precedente potranno essere integrati con filler di apporto (normalmente cemento Portland 32,5).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il ΔPA dovrà essere $\geq 5^\circ C$;
- alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
 1. Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
 2. Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
 3. Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- della quantità di additivo minerale passante per via umida al setaccio UNI 0,075 mm più del 50% deve passare a tale setaccio anche a secco.
- l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014)

5.17.4. Miscele

Denominazione dei setacci		9 mm	6 mm	4 mm.
crivello 15	Passante: %	100	100	100
crivello 10	Passante: %	85 ÷ 100	100	100
crivello 5	Passante: %	55 ÷ 75	55 ÷ 80	85 ÷ 100
setaccio 0.4	Passante: %	14 ÷ 28	14 ÷ 28	22 ÷ 36
setaccio 0.18	Passante: %	8 ÷ 19	8 ÷ 19	11 ÷ 22
setaccio 0.075	Passante: %	4 ÷ 10	5 ÷ 10	6 ÷ 10

Le miscele dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi di seguito elencati in funzione dello spessore finale richiesto:

Miscela con spessori finali diversi dovranno essere concordate di volta in volta con la D.L.

5.17.5. Malta bituminosa

Il legante bituminoso sarà costituito da una emulsione bituminosa al 60% di tipo elastico a rottura controllata, modificata con elastomeri sintetici incorporati in fase continua (acqua) prima dell'emulsione.

Per la realizzazione dell'emulsione si dovrà esclusivamente impiegare il bitume di tipo "semisolido" le cui caratteristiche sono riportate qui di seguito.

L'impiego di altri tipi di bitumi potrà essere autorizzato esclusivamente dalla D.L.

I leganti bituminosi semisolidi sono quei bitumi per uso stradale costituiti da "bitumi di base" e "bitumi modificati", così distinti:

Bitumi di base

I "bitumi di base" sono i medesimi bitumi semisolidi per uso stradale di normale produzione.

Detti leganti sono denominati "A" e "B".

I "bitumi di base" non rientranti nelle specifiche richieste per i leganti "A" e "B" potranno essere accettati dopo additivazione con attivanti chimici funzionali al fine di riportare le caratteristiche entro i limiti di accettazione senza aggravio di costo per l'Ente appaltante.

L'aggiunta di prodotti chimici correttivi non dovrà essere superiore al 6% in peso riferito al legante da correggere.

Nel caso contrario (ovvero prodotto non accettabile) si dovrà sostituire quello giudicato deficitario (mediante rimozione e scarica a carico dell'Impresa) con altro nuovo prodotto, che sarà sottoposto in seguito a nuovo giudizio da parte della D.L. e/o della Committente.

In ogni modo dette operazioni di rimozione e di ripristino saranno effettuate a totale carico dell'Impresa e sotto il controllo della D.L..

Per tutte le lavorazioni andrà sempre impiegato il bitume di tipo "A", salvo casi particolari in cui potrà essere impiegato il bitume "B" (è ammissibile nelle Regioni più fredde, nord o zone in quota) sempre su preventiva autorizzazione della D.L..

Bitumi modificati

I "bitumi modificati" sono bitumi di particolare natura e produzione (utilizzati per uso stradale) ovvero bitumi "elastomerizzati" (residuo della distillazione del petrolio) aventi le caratteristiche indicate nella tabella seguente, e sono utilizzati per trattamenti superficiali a freddo (TSF)

Caratteristiche	Unità	Valore
Penetrazione a 25°C/298°K, 100g, 5s	0,1 mm	50 60
Punto di rammollimento	C / K	65-75 / 338-348
Indice di penetrazione		-1 / +1
Punto di rottura (Fraass), min.	C / K	-14 / 259
Viscosità dinamica a T = 80°C / 353°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	80 – 130
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433°K, gradiente di velocità = 1 s ⁻¹	Pa.s	0,2 – 0,4

Nella "malta bituminosa" suddetta dovranno essere impiegati "dopes" (additivi chimici attivanti l'adesione bitume aggregati) particolari e complessi per facilitare l'adesione tra il legante bituminoso e gli inerti, per

intervenire sul tempo di rottura dell'emulsione e per permettere la perfetta miscelazione dei componenti della miscela. Il loro dosaggio (previsto originariamente tra lo 0,4% e lo 0,6 % sul peso del bitume da trattare) ottimizzato con uno studio di laboratorio, sarà individuato in funzione delle condizioni esistenti al momento dell'applicazione e specialmente in relazione alla temperatura ambiente e del piano di posa.

5.17.6. Composizione e dosaggi della miscela

La malta bituminosa dovrà avere i seguenti requisiti:

Spessore minimo		9 mm	6 mm	4 mm.
Dosaggio della malta	Kg/m ²	13 ÷ 20	8 ÷ 14	6 ÷ 10
Dimensione massima degli inerti	mm	10 ÷ 12	7 ÷ 9	5 ÷ 6
Contenuto di bitume elastomerizzato residuo (% in peso sugli inerti)	%	5,0 ÷ 7,5%	6 ÷ 8%	7 ÷ 10%

5.17.7. Acqua

L'acqua utilizzata nella preparazione della malta bituminosa a freddo dovrà essere dolce, limpida, non inquinata da materie organiche.

5.17.8. Confezionamento e posa in opera

Il confezionamento dell'impasto sarà realizzato con apposita macchina impastatrice stenditrice semovente costituita essenzialmente da:

- Serbatoio dell'emulsione bituminosa;
- Tramoggia degli aggregati lapidei;
- Tramoggia del filler;
- Dosatore degli aggregati lapidei;
- Nastro trasportatore;
- Spruzzatore dell'emulsione bituminosa;
- Spruzzatore dell'acqua;
- Mescolatore;
- Stenditore a carter.

Le operazioni di produzione e stesa devono avvenire in modo continuo, connesso alla velocità d'avanzamento della motrice, nelle seguenti fasi:

- ingresso della miscela di aggregati e del filler nel mescolatore;
- aggiunta dell'acqua di impasto e dell'additivo;
- miscelazione ed omogeneizzazione della miscela di inerti e del suo grado di umidità`;
- aggiunta dell'emulsione bituminosa;
- miscelazione ed omogeneizzazione dell'impasto ;
- colamento dell'impasto nello stenditore a carter;
- distribuzione dell'impasto nello stenditore, stesa e livellamento.

Prima di iniziare la stesa del microtappeto si dovrà procedere ad un'energica pulizia della superficie stradale oggetto del trattamento, manualmente o per mezzo di mezzi meccanici: tutti i detriti e le polveri dovranno essere allontanati.

In alcuni casi a giudizio della D.L. dovrà procedersi ad un'omogenea umidificazione della superficie stradale prima dell'inizio delle operazioni di stesa.

In particolari situazioni la D.L. potrà ordinare, prima dell'apertura al traffico, una leggera saturazione del trattamento superficiale per mezzo di stesa di sabbia di frantoio (da 0,5 a 1 Kg di sabbia per m² di pavimentazione) ed eventualmente una modesta compattazione da eseguirsi con rulli in seguito specificati.

Al termine delle operazioni di stesa il trattamento superficiale dovrà presentare un aspetto regolare ed uniforme esente da imperfezioni (sbavature, strappi, giunti di ripresa), una notevolissima scabrosità superficiale, una regolare distribuzione degli elementi litoidi componenti la miscela, assolutamente nessun fenomeno di rifluimento del legante.

In zone con sollecitazioni superficiali trasversali forti (curve ecc.) è opportuno che la malta bituminosa sia leggermente rullata prima dell'indurimento. La rullatura dovrà essere effettuata con apposito rullo gommato leggero a simulazione del traffico veicolare munito anche di piastra riscaldante per favorire l'evaporazione dell'acqua contenuta nella miscela stessa.

La produzione o la posa in opera del trattamento superficiale dovrà essere interrotta con temperatura dell'aria inferiore ai 5°C ed in caso di pioggia.

5.18. Sovrastrutture in terra stabilizzata

5.18.1. Prescrizioni generali

Per le pavimentazioni i materiali dovranno avere i requisiti sottoindicati per ciascuno dei tipi A, B, C.

Denominazione dei setacci Miscela tipo A	Percentuale del passante
1" (25,4 mm)	100
n. 10 (2,00 mm)	da 65 a 100

Il materiale passante al setaccio n. 10 dovrà avere i seguenti requisiti:

Denominazione dei setacci Miscela tipo A	Percentuale del passante
n. 10 (2,00 mm)	100
n. 20 (0,84 mm)	da 55 a 90
n. 40 (0,42 mm)	da 35 a 70
n. 200 (0,074 mm)	da 8 a 25

Denominazione dei setacci Miscela tipo B	Percentuale del passante
1" (25,4 mm)	100
3/4 (19,1 mm)	da 85 a 100
3/8 (9,52 mm)	da 65 a 100
n. 4 (4,76 mm)	da 55 a 75
n. 10 (2,00 mm)	da 40 a 70
n. 40 (0,42 mm)	da 25 a 45
n. 200 (0,074 mm)	da 10 a 25

Denominazione dei setacci Miscela tipo C	Percentuale del passante
3/4" (19,1 mm)	100
n. 4 (4,76 mm)	da 70 a 100
n. 10 (2,00 mm)	da 35 a 80
n. 40 (0,42 mm)	da 25 a 50
n. 200 (0,074 mm)	da 8 a 25

La percentuale del passante al setaccio n. 200 (0,074 mm) dovrà essere, in tutti e tre i suindicati tipi di miscela, non superiore ai 2/3 dei passanti al setaccio n. 40.

Il limite di fluidità per tutti e 3 i suindicati tipi di miscela non dovrà essere superiore a 35.

L'indice di fluidità per tutti e 3 i suindicati tipi di miscela non dovrà essere superiore a 35.

L'indice di plasticità per tutti e 3 i suindicati tipi di miscela non dovrà essere minore di 4 e maggiore di 9.

5.18.2. Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con cemento

Per la esecuzione di tale tipo di sovrastruttura i lavori dovranno svolgersi nel seguente modo:

- prima di spargere il cemento, lo strato di materiale dovrà essere conformato secondo le sagome definitive, trasversali e longitudinali di progetto;
- il cemento dovrà essere distribuito uniformemente nelle quantità richieste ed il lavoro dovrà essere di soddisfazione piena della Direzione dei lavori;
- l'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità necessaria con barre spruzzatrici a pressione e uniformemente incorporate nella miscela nelle quantità richieste per ottenere l'umidità specificata dalla Direzione dei lavori per la miscela terra e cemento;
- ad avvenuta uniforme miscelazione della terra acqua cemento, l'impasto dovrà essere immediatamente costipato fino al raggiungimento della densità indicata dalla Direzione dei lavori;
- la miscela dovrà essere mantenuta umida con l'aggiunta di acqua nelle quantità necessarie a sopperire alle perdite verificatesi durante la lavorazione, ed infine lo strato sarà rifinito secondo le norme che di volta in volta verranno impartite dalla Direzione lavori;
- dopo che la sovrastruttura di terra-cemento sarà ultimata, dovrà essere immediatamente protetta in superficie per un periodo di sette giorni con sabbia o con stuoie, onde evitare perdite di contenuto di umidità nella miscela.

Il cemento da impiegarsi dovrà essere di norma del tipo 325.

La Direzione dei lavori potrà autorizzare l'uso di cemento pozzolanico o d'alto forno, che corrispondano alle norme vigenti.

La miscela dovrà avere i valori di cui alla seguente tabella:

Tipo di crivello	Diametro maglie mm	Percentuale passante in peso %
U.N.I. 2334	40	100
U.N.I. 2334	25	65-100
U.N.I. 2334	15	45-70
U.N.I. 2334	10	35-60
U.N.I. 2334	5	23-45
U.N.I. 2332	2	15-30
U.N.I. 2332	0,4	6-15
U.N.I. 2332	0,18	2-7

Il dosaggio del cemento nella miscela terra-cemento sarà stabilito in base alle caratteristiche della terra. Di norma la percentuale varierà dal 4 al 14% in peso sul peso secco del materiale ovvero dal 6 al 16% in volume sul volume della miscela costipata.

Il minimo dosaggio del cemento da usare è quello che corrisponde ai seguenti requisiti:

- a) dia perdite in peso per la miscela terra-cemento rispetto al peso iniziale dopo 12 cicli di imbibizione ed essiccamento (eseguiti secondo la prova AASHO-T 135/45) e dopo 12 cicli di gelo e disgelo eseguiti secondo la prova AASHO-T 136/45) compresi, a seconda dei gruppi di appartenenza delle classificazioni AASHO DM 145-49, nei seguenti limiti (vedere anche «Classificazione delle terre» C.N.R. - U.N.I. 10006/1963):
 - Terre dei gruppi Ala, Alb, A3, A2-4, A2-5, non oltre il 14%;
 - Terre dei gruppi A2-6, A2-7, A4, A5, non oltre il 10%;
 - Terre dei gruppi A6, A7-5, A7-6, non oltre il 7%;
- b) dia variazione di volume durante i cicli di imbibizione ed essiccamento o di gelo e disgelo non superiore al 2% del volume dei provini all'atto della confezione;
- c) dia contenuti di umidità, durante i cicli di imbibizione ed essiccamento e di gelo e disgelo, non superiori alla quantità che può totalmente riempire i vuoti dei campioni all'atto della confezione;
- d) dia resistenza alla compressione in proporzione crescente col trascorrere del tempo e con l'aumento del dosaggio del cemento nei limiti di quei dosaggi che producono risultati rispondenti ai requisiti specificati ai punti a, b, c più sopra riportati.

I lavori potranno essere eseguiti soltanto quando le condizioni di temperatura dell'aria ambiente siano superiori a 4° centigradi ed il tempo non sia piovoso o molto nebbioso.

Il terreno da stabilizzare con detto sistema dovrà essere accuratamente preparato secondo le sagome, le inclinazioni previste dal progetto prima di provvedere allo spargimento del cemento.

La miscela terra-cemento si potrà considerare sufficientemente polverizzata quando l'80% del terreno, ad esclusione degli elementi lapidei, passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm). Se la normale procedura di miscelazione non dovesse dare questo grado di polverizzazione, l'Appaltatore dovrà fare una polverizzazione preventiva prima di spargere il cemento onde assicurare il raggiungimento di tali requisiti nella finale miscelazione dell'impasto.

La quantità indicata di cemento richiesta per tutta la profondità del trattamento dovrà essere uniformemente distribuita sulla superficie in modo soddisfacente per la Direzione dei lavori. Il cemento dovrà essere sparso solamente su quella parte del terreno che si prevede di completare entro le ore di luce dello stesso giorno; nessun macchinario, eccetto quello usato per miscelare, potrà attraversare la zona in cui è stato sparso di fresco il cemento fino a quando questo non sia stato miscelato col terreno.

Immediatamente dopo che il cemento è sparso, il macchinario per la stabilizzazione dovrà muoversi per polverizzare il terreno mescolando il cemento ed aggiungendo la richiesta quantità d'acqua attraverso le barre spruzzatrici a pressione. Il macchinario dovrà infine provvedere allo spargimento della miscela ottenuta su tutta la larghezza del trattamento in modo che sia pronta per essere costipata con idonea attrezzatura indicata dalla Direzione dei lavori.

La percentuale di umidità nella miscela, sulla base del peso secco, non dovrà essere inferiore all'ottimo indicato dalla Direzione dei lavori, e non maggiore del 2% circa di tale ottimo. Questa umidità ottima indicata sarà quella che dovrà risultare a miscela completata e sarà determinata con uno dei metodi rapidi prestabiliti dalla Direzione dei lavori o con l'uso di apparati speciali per la determinazione rapida dell'umidità. Sarà responsabilità dell'appaltatore di aggiungere l'appropriata quantità di umidità alla miscela.

La miscela sciolta dovrà essere uniformemente costipata con le attrezzature approvate dalla Direzione dei lavori, fino al raggiungimento della densità indicata di volta in volta dalla Direzione stessa.

La velocità di operazione e conseguentemente il numero dei mezzi costipanti dovrà essere tale che il materiale precedentemente miscelato venga costipato per tutta la larghezza prevista e per la profondità prestabilita prima del tempo di inizio della presa del cemento.

Dopo che la miscela sarà stata costipata ed in alcuni casi prima che il costipamento sia stato portato a termine, la superficie del terreno dovrà essere livellata secondo le sagome e le inclinazioni indicate in progetto.

L'umidità contenuta nella miscela dovrà essere mantenuta all'ottimo prestabilito fino al termine delle operazioni.

Alla fine della giornata o, in ogni caso, a ciascuna interruzione delle operazioni di lavoro, dovrà essere posta una traversa in testata in modo che la parte terminale della miscela risulti soddisfacentemente costipata e livellata.

Dopo che la sovrastruttura sarà ultimata secondo le norme suindicate, essa dovrà venire immediatamente protetta in modo da preservare la miscela da perdite di umidità durante il periodo di sette giorni, ad esempio mediante l'uso di sabbia umida, di sacchi bagnati, di paglia umida o di emulsione bituminosa.

Il traffico potrà essere aperto solo dopo sette giorni e, dopo tale termine, potrà essere applicato l'eventuale rivestimento superficiale.

5.18.3. Norme per la costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso

In detto tipo di sovrastruttura la massima dimensione degli elementi lapidei facenti parte del terreno non deve essere maggiore di 1/3 dello spessore finito dello strato stabilizzato.

Il terreno dovrà essere libero da materie organiche, radici ecc., e, di norma, dovrà avere la seguente composizione granulometrica:

Denominazione dei setacci	Percentuale del passante
n. 4 (4,76 mm)	50 o più
n. 40 (0,42 mm)	da 50 a 100
n. 200 (0,074 mm)	non più di 35

La frazione passante al setaccio n. 40 dovrà avere un limite liquido inferiore a 30 e un indice di plasticità inferiore a 10. Norme particolari verranno impartite dalla Direzione dei lavori qualora si debbano stabilizzare terreni dei seguenti tipi:

- terreni ad elevato limite di plasticità;
- sabbie pure.

I leganti bituminosi potranno essere costituiti da bitumi flussati del tipo a rapida o media maturazione oppure da emulsioni bituminose di tipo stabile approvate dalla Direzione dei lavori.

Il dosaggio di legante bituminoso da aggiungere al terreno verrà stabilito dalla Direzione dei lavori.

L'acqua da usarsi dovrà essere esente da qualsiasi sostanza organica, da acidi, da alcali ecc.

La campionatura del materiale costituente il terreno che entra a far parte della miscela dovrà essere prelevata ad intervalli di 150 metri almeno su ciascun tratto di strisce da lavorare.

Campioni rappresentativi della struttura ultimata dovranno essere prelevati almeno ogni 40 metri per la determinazione in laboratorio del contenuto di legante bituminoso.

L'impresa è tenuta a mettere la Direzione dei lavori in condizioni di poter seguire eventuali prove che essa Direzione dovesse richiedere presso il laboratorio centrale dell'impresa o presso quel laboratorio a cui l'impresa affida l'esecuzione delle analisi.

Prima dell'aggiunta del legante bituminoso si dovrà mettere il terreno in condizioni di avere un contenuto di umidità inferiore al 4% in peso del peso secco del materiale e dovrà essere regolato con essiccazione o con aggiunta di acqua a seconda dei dosaggi stabiliti dalla Direzione dei lavori.

Il terreno, ad esclusione degli elementi lapidei, dovrà essere polverizzato fino a che l'85% passi attraverso il setaccio da 3/8" (9,52 mm) e non meno del 75% passi attraverso il setaccio n. 4 (4,76 mm).

Non si dovrà procedere alla costruzione di sovrastrutture in terra stabilizzata con legante bituminoso durante periodi eccessivamente freddi o umidi senza autorizzazione scritta della Direzione dei lavori.

Il legante bituminoso non dovrà essere applicato qualora la temperatura ambiente sia inferiore a 10° centigradi. Le temperature alle quali dovranno essere portati eventualmente i leganti bituminosi verranno, a seconda del tipo di legante usato e a seconda delle condizioni ambientali e stagionali, stabilite di volta in volta dalla Direzione dei lavori.

Dopo che il terreno sarà miscelato col legante bituminoso, la miscela dovrà essere aerata fino a raggiungere un contenuto di umidità non superiore al contenuto ottimo, stabilito dalla Direzione dei lavori per un appropriato costipamento. Il sistema per ridurre il contenuto di umidità della miscela è quello di procedere alla aerazione effettuata con motolivellatrici, aratri a dischi, mescolatrici di terreno, rastrelli, frangizolle e le stesse macchine stabilizzatrici.

A sovrastrutture ultimata, dopo 48 ore, dovrà essere protetta la superficie con l'applicazione di un velo legante bituminoso dello stesso tipo usato per formare la miscela in quantità generalmente equivalente alla spalmatura di seconda mano dei trattamenti superficiali (circa kg 0,5 mq).

5.19. Sovrastrutture in pietrame

5.19.1. Lastricati

La pietra da impiegarsi per i lastricati dovrà essere di natura **materiale?** con struttura particolarmente omogenea, resistente all'urto ed all'usura per attrito; le lastre avranno le dimensioni **dimensioni?** e saranno lavorate **dimensioni?**.

Il suolo convenientemente consolidato, sul quale dovrà eseguirsi il lastricato, sarà coperto di uno strato di malta o sabbia, sul quale verranno disposte le lastre in file parallele, di costante spessore, od anche a spina od a disegno, come verrà ordinato dalla Direzione dei lavori, ravvicinate le une alle altre in modo che le connessioni risultino minime in rapporto al grado di lavorazione; queste poi saranno colmate con malta liquida da versarsi e comprimersi con la cazzuola, fino a qualche centimetro dalla superficie e quindi i giunti saranno suggellati con bitume a caldo.

Le lastre dovranno essere lavorate a scalpello negli assetti per un'altezza di almeno un terzo dello spessore.

Le superfici dei lastricati dovranno conformarsi ai profili e alle pendenze volute.

5.19.2. Acciottolati

I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da cm 10 a 15, ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da mm 8 a 10.

I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta con la faccia più piana rivolta superiormente, avvertendo di metterli a contatto.

A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

5.19.3. Selciati

I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento.

Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di cm 10 e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo avere stabilito le guide occorrenti.

Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di cm 3 e quindi si procederà alla battitura con la mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti.

Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connesure.

Per assicurare poi meglio il riempimento delle connesure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido.

Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posto i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di cm 10, di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

diametro mm 18, della lunghezza minima di cm 80 con sporgenza di cm 20, per impedire lo slittamento.

5.19.4. Pavimentazione in cubetti di pietra

Le pavimentazioni saranno costituite da cubetti di porfido o di porfiroide o di sienite o diorite o leucitite o di altre rocce idonee, nell'assortimento che verrà di volta in volta indicato dalla Direzione dei Lavori, e posti in opera come specificato in seguito; comunque si farà riferimento alle "Norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali", fascicolo n. 5 C.N.R. Ed. 1954.

Materiali

Ferma restando la possibilità di usare materiali di qualsiasi provenienza, purché rispondenti ai requisiti di cui sopra, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che vengano impiegati cubetti di porfido dell'Alto Adige.

La sabbia per la formazione del letto di posa e per il riempimento dei giunti, dovrà corrispondere ai requisiti stabiliti nelle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fasc. 4 – 1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno l'80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

Posa in opera

I cubetti saranno posti in opera su una fondazione in precedenza predisposta e con l'interposizione di uno strato di sabbia dello spessore sciolto minimo di cm 6, massimo di cm 10.

I cubetti saranno posti in opera secondo la caratteristica apparecchiatura ad archi contrastanti con angolo al centro di 90°, raccolti in corsi o filari paralleli, in modo che gli archi affiancati abbiano in comune gli elementi di imposta.

Lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave.

Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare.

Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia. La battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno Kg 20.

Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connesure, in modo da chiuderle completamente.

L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti.

I cubetti che a lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano.

La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile.

La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 metri appoggiata longitudinalmente sul manto.

Sigillature dei giunti

La bitumatura della pavimentazione a cubetti sarà eseguita almeno dopo venti giorni dalla apertura al transito della strada pavimentata, saranno prima riparati gli eventuali guasti verificatisi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione col mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato e tale che possa aversi la pulizia dei giunti per circa cm 3 di profondità. Appena il tratto di pavimentazione così pulito si sia sufficientemente asciugato, si suggelleranno i giunti a caldo ed a pressione con bitume in ragione di circa kg 3 per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume, e quindi sarà aperto il transito.

6. TUBAZIONI SCATOLARI AUTOPORTANTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Gli elementi scatolari preformati dovranno essere prefabbricati in calcestruzzo di cemento ad alta resistenza ai solfati, turbovibrocompressore a sezione rettangolare armata, con incastro a bicchiere in spessore ed anello di tenuta in gomma sintetica con durezza di $\pm 5^\circ$ IRDH conforme alle norme UNI EN 681-1:2006, DIN 4060, prEN 681.1.

Le condutture dovranno rispondere alla normativa contenuta nelle DIN 4263, UNI 8520/2, UNI 8981 e saranno poste in opera su base d'appoggio continua in calcestruzzo di classe Rck 250 kg/cm² su livelletta controllata con apposite apparecchiature.

I preformati dovranno essere controllati nelle varie fasi della produzione secondo quanto previsto nelle tabelle (dalla 1^a alla 5^a) della Guida Applicativa I.C.M.Q. per la certificazione del sistema di qualità per le tubazioni prefabbricate in calcestruzzo.

A richiesta della D.L. la giunzione tra gli elementi dovrà essere realizzata con apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR).

L'Impresa, se richiesto dalla D.L., è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità ai sensi della Legge 5/11/1971 n. 1086, D.M. 14/01/2008 e successive modificazioni e integrazioni, firmati da un ingegnere iscritto all'albo e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. In ogni caso, salvo indicazioni diverse della Direzione Lavori, l'armatura dei prefabbricati non potrà essere inferiore a quella prevista dal progetto nella relazione di calcolo delle strutture.

Le condutture andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada (1^a categoria), in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di riempimento dello stesso.

Le condotte, se richiesto dalla Direzione Lavori, dovranno essere rivestite extracantiere con smalto protettivo a base di resine epossidiche o epossicatramose. I manufatti in conglomerato cementizio verranno movimentati prendendo tutti gli accorgimenti necessari a far fronte alle sollecitazioni connesse al sollevamento, trasporto e montaggio e preservandoli durante le operazioni da ogni tipo di lesione o rottura.

Dovranno pertanto essere predisposti di appositi golfari o sedi per alloggiamento delle barre di sollevamento.

Preferibilmente non dovranno presentare fori per ganci di sollevamento e, qualora ve ne fossero, dovranno essere riempiti con iniezioni di malta cementizia espansiva a presa rapida subito dopo la posa in opera.

Si raccomanda l'impiego di funi di lunghezza adeguata e in perfetto stato.

L'elemento di base dovrà poggiare sempre su un massetto in conglomerato cementizio magro con spessore e larghezza indicate dalla Direzione Lavori e perfettamente orizzontale.

Prima della posa dei successivi elementi si dovrà verificare che nelle sedi di giunzione non vi siano ghiaia o detriti. Poi si procederà a lubrificare tutta la sede ed inserire l'apposito elemento di tenuta.

Completato l'assemblaggio degli elementi si potrà procedere, previo assenso della Direzione Lavori, al rinterro con materiale inerte secondo la metodologia indicata in progetto e le indicazioni della Direzione Lavori in modo da pervenire ad un'ottima costipazione dello stesso attorno al manufatto.

Ai fini del controllo del rispetto delle tavole strutturali dei manufatti prefabbricati la Direzione potrà chiedere la demolizione in numero limitato, massimo n° 2 per tipologia. Gli oneri della fornitura e delle attività di demolizione e smaltimento dei resti sono a carico dell'appaltatore salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori.

7. OPERE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato dovranno realizzate rispettando prescrizioni delle NTC - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008 e successivi aggiornamenti. A dette norme si farà riferimento per l'accettazione dei materiali, il confezionamento del calcestruzzo, la posa delle armature, la verifica delle caratteristiche dei getti, il collaudo delle opere e ogni altra attività prevista dalle NTC.

In particolare il calcestruzzo è un materiale composito che si ottiene per miscelazione di cemento, aggregati ed acqua e per successivo indurimento della pasta cementizia. Oltre a questi componenti il calcestruzzo può contenere additivi ed aggiunte.

Il mix-design del calcestruzzo dovrà essere preventivamente sottoposto ad accettazione formale della D.L.

Le seguenti norme tecniche riguardano esclusivamente il *calcestruzzo normale* così come definito al punto 3.6 della norma UNI 9858.

7.1. Normativa di riferimento

- UNI EN 13670:2010 - Esecuzione di strutture di calcestruzzo
- UNI 11040:2003 - Calcestruzzo autocompattante - Specifiche, caratteristiche e controlli
- C.S.LL.PP.: febbraio 2008 - LINEE GUIDA PER LA MESSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE E PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO INDURITO MEDIANTE PROVE NON DISTRUTTIVE
- D.M. 14.01.08 – Norme tecniche per le costruzioni
- UNI EN 1992-1-1:2005 - Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI EN 13791:2008 - Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo
- UNI EN 12504-1:2009 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 1: Carote - Prelievo, esame e prova di compressione
- UNI EN 12504-2:2001 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Prove non distruttive - Determinazione dell'indice sclerometrico
- UNI EN 12504-3:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 3: Determinazione della forza di estrazione
- UNI EN 12504-4:2005 - Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Parte 4: Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici
- UNI EN 12390-1:2002 - Prova sul calcestruzzo indurito - Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme
- UNI EN 12390-2:2002 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 2: Confezione e stagionatura dei provini per prove di resistenza
- UNI EN 12390-3:2009 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 3: Resistenza alla compressione dei provini
- UNI EN 12390-4:2002 - Prova sul calcestruzzo indurito - Resistenza alla compressione - Specifiche per macchine di prova
- UNI EN 12390-5:2009 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 5: Resistenza a flessione dei provini
- UNI EN 12390-6:2010 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 6: Resistenza a trazione indiretta dei provini
- UNI EN 12390-7:2009 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 7: Massa volumica del calcestruzzo indurito
- UNI EN 12390-8:2009 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 8: Profondità di penetrazione dell'acqua sotto pressione
- UNI CEN/TS 12390-9:2006 - Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 9: Resistenza al gelo-disgelo - Scagliatura
- UNI CEN/TS 12390-10:2008 - Prova sul calcestruzzo indurito - Parte 10: Determinazione della resistenza relativa alla carbonazione del calcestruzzo
- UNI CEN/TS 12390-11:2010 - Prove sul calcestruzzo indurito - Parte 11: Determinazione della resistenza ai cloruri del calcestruzzo, diffusione unidirezionale
- UNI 10766:1999 - Calcestruzzo indurito - Prove di compressione su provini ricavati da microcarote per la stima delle resistenze cubiche locali del calcestruzzo in situ
- UNI EN 12350-1:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 1: Campionamento
- UNI EN 12350-2:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 2: Prova di abbassamento al cono
- UNI EN 12350-3:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 3: Prova Vébé

- UNI EN 12350-4:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 4: Indice di compattabilità
- UNI EN 12350-5:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 5: Prova di spandimento alla tavola a scosse
- UNI EN 12350-6:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 6: Massa volumica
- UNI EN 12350-7:2009 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 7: Contenuto d'aria - Metodo per pressione
- UNI EN 12350-8:2010 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 8: Calcestruzzo autocompattante - Prova di spandimento e del tempo di spandimento
- UNI EN 12350-9:2010 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 9: Calcestruzzo autocompattante - Prova del tempo di efflusso
- UNI EN 12350-10:2010 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 10: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante scatola ad L
- UNI EN 12350-11:2010 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 11: Calcestruzzo autocompattante - Prova di segregazione mediante setaccio
- UNI EN 12350-12:2010 - Prova sul calcestruzzo fresco - Parte 12: Calcestruzzo autocompattante - Prova di scorrimento confinato mediante anello a J
- UNI 7122:2008 - Prova sul calcestruzzo fresco - Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata
- UNI EN 206-1:2006 - Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità
- UNI 11104:2004 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1
- C.S.LL.PP.: 2003 - LINEE GUIDA PER LA PRODUZIONE, IL TRASPORTO ED IL CONTROLLO DEL CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO

7.2. MATERIALI COSTITUENTI E LORO QUALIFICAZIONE

Cemento Il cemento è un legante idraulico, cioè un materiale inorganico finemente macinato che, mescolato con acqua, forma una pasta che rapprende e indurisce a seguito di processi e reazioni di idratazione e che, una volta indurita, mantiene la sua resistenza e la sua stabilità anche sott'acqua. I cementi utilizzati dovranno soddisfare ai requisiti previsti dalla L. 595/65 ed elencati nella Norma UNI ENV 197-1:

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

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, i cementi utilizzati dovranno essere controllati e certificati come previsto dal DPR 13/9/93 n. 246 e dal D.M. 12/07/93 n. 314.

Tale certificazione sarà rilasciata dall'Istituto Centrale per la Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia (I.C.I.T.E.) o da altri organismi autorizzati ai sensi dello stesso D.M. 12/07/93.

Aggregati Gli aggregati sono componenti del calcestruzzo costituiti da elementi lapidei integri o frantumati, naturali o artificiali, aventi forma e dimensioni consone alla confezione del calcestruzzo.

Gli aggregati, in relazione alla categoria di impiego prevista devono possedere le caratteristiche fondamentali indicate nel prospetto 1 della norma UNI 8520-97 parte 2a.

La scelta della categoria (Tabella 7.1) è legata alla classe di resistenza (Tabella 7.2) ed alla classe di esposizione della struttura (Tabella 7.3) cui è destinato il calcestruzzo.

Tabella 7.1

Categoria	Classi di resistenza	Classi di esposizione
A	tutte	XC3, XD, XS, XF, XA
B	tutte	X0, XC1, XC2
C	C8/10, C12/15	

Inoltre, se indicato negli elaborati di progetto, potrà essere richiesto il soddisfacimento di più caratteristiche aggiuntive elencate nel prospetto 2 della Norma UNI 8520-97 parte 2a.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla valutazione del rischio da "vizio occulto" di **reazione alcali-aggregato** a fronte del quale, fatto salvo l'esito positivo delle prove previste dalla norma UNI 8520 (parti 4 e 22), si potranno adottare ulteriori misure preventive quali ad esempio:

- la scelta di cementi a basso contenuto di alcali (UNI EN 196/21);
- impermeabilizzazione della struttura;
- utilizzo di idonei quantitativi di aggiunte.

Durante la lavorazione la Direzione Lavori verificherà la continuità della corrispondenza delle caratteristiche del materiale ai valori ottenuti nella fase di qualifica. Qualora si verificano discrepanze significative, la Direzione Lavori potrà rifiutare il materiale lapideo.

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

Acqua L'acqua d'impasto deve rispettare le prescrizioni della norma UNI-EN 1008.

Additivi Gli additivi sono prodotti che, aggiunti al calcestruzzo in piccole quantità in massa rispetto al cemento, inducono le richieste modifiche delle proprietà del calcestruzzo.

Gli additivi devono rispettare le prescrizioni delle Norme UNI 7101-7120 ed UNI EN 934/2, non devono contenere sostanze dannose in quantità tali da pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione delle armature.

L'impiego di additivi è consentito previa la verifica del loro dosaggio e delle prestazioni delle miscele, allo stato fresco e allo stato indurito.

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

L'impiego nelle miscele di aggiunte è consentito, purché in quantità tali da non pregiudicare la durabilità del calcestruzzo o da causare corrosione alle armature.

Le ceneri volanti impiegate dovranno essere conformi alla Norma UNI EN 450.

Le prestazioni dei calcestruzzi confezionati con l'aggiunta di ceneri volanti o altre aggiunte di tipo II (secondo la Norma UNI 9858), sia allo stato fresco che indurito, vanno verificate nel corso della fase di qualifica delle miscele.

Miscela Il calcestruzzo va specificato dal progettista come **miscela progettata** con riferimento alle prestazioni richieste (calcestruzzo a prestazione garantita). I dati fondamentali per gli impasti a prestazione garantita, da indicarsi in tutti i casi, comprendono:

- 1. Classe di resistenza;**
- 2. Massima dimensione nominale degli aggregati;**
- 3. Tipo di struttura** (semplice, armata o precompressa);
- 4. Classe di esposizione ambientale**
- 5. Lavorabilità**

La **classe di resistenza** del calcestruzzo (Tabella 7.2) è definita dalla resistenza caratteristica a compressione misurata su cubi di 150mm di lato (R_{ck}) o cilindri di diametro 150mm e altezza 300mm (f_{ck}).

Tabella 7.2

Classe di resistenza	F_{ck} (N/mm^2)	R_{ck} (N/mm^2)	Categoria del calcestruzzo
C8/10	8	10	non strutturale
C12/15	12	15	
C 16/20	16	20	ordinario
C20/25	20	25	
C25/30	25	30	
C30/37	30	37	
C35/45	35	45	
C40/50	40	50	
C45/55	45	55	

Per la determinazione della resistenza a compressione si farà riferimento alle Norme UNI 6126, 6127, 6130, 6132 ed alle prescrizioni del DM 9/1/96 e successivi aggiornamenti.

La **classe di esposizione ambientale** di ciascun elemento strutturale sarà di norma specificata seguendo le indicazioni delle "Linee Guida sul calcestruzzo strutturale" emanate dal S.T.C. del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (Tabella 7.3).

Denominazione Descrizione dell'ambiente di esposizione**Tabella 7.3**

X0 - Nessun rischio di corrosione	
X0	Molto secco
XC - Corrosione indotta da carbonatazione	
XC1	Secco
XC2	Bagnato raramente secco
XC3	Umidità moderata
XC4	Cicli di bagnamento e di essiccamento
XD - Corrosione indotta dai cloruri	
XD1	Umidità moderata
XD2	Bagnato raramente secco
XD3	Cicli di bagnamento e di essiccamento
XS- Corrosione indotta dai cloruri dell'acqua di mare	
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare
XS2	Sommerso
XS3	Nella zona delle maree, nella zona degli spruzzi
XF - Attacco da cicli di gelo disgelo	
XF1	Grado moderato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF2	Grado moderato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XF3	Grado elevato di saturazione in assenza di sali disgelanti
XF4	Grado elevato di saturazione in presenza di sali disgelanti
XA - Attacco chimico	
XA1	Aggressività debole
XA2	Aggressività moderata
XA3	Aggressività forte

Nel caso in cui gli elaborati progettuali specificino la classe di esposizione ambientale secondo le specifiche della Norma UNI 9858, il collegamento con le presenti Norme Tecniche può essere effettuato secondo quanto riportato nella (Tabella 7.4).

Tabella 7.4

Ambiente d'esposizione secondo UNI 9858		Classi di esposizione
Secco / Molto secco	1	X0
Umido senza gelo	2a	XC1; XC2
Debolmente aggressivo	5a	XC3; XD1; XA1
Umido con gelo	2b	XF1
Marino senza gelo	4a	XS1; XD2
Moderatamente aggressivo	5b	XA2; XC4
Umido con gelo e sali disgelanti	3	XF2
Marino con gelo	4b	XF3
Fortemente aggressivo	5c	XD3; XS2; XS3; XF4; XA3

In relazione alla classe di esposizione prescritta, il calcestruzzo dovrà soddisfare ai seguenti requisiti¹:

- **classe di esposizione XC:**

Tabella 7.5

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XC1	0.60	280	C25/30
XC2	0.60	280	C25/30
XC3	0.55	300	C30/37
XC4	0.50	320	C30/37

- **classe di esposizione XD:**

Tabella 7.6

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XD1	0.55	300	C30/37
XD2	0.50	320	C30/37
XD3	0.45	350	C35/45

- classe di esposizione XS:**Tabella 7.7**

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XS1	0.50	300	C30/37
XS2	0.45	320	C35/45
XS3	0.40	370	C35/45

- classe di esposizione XF:**Tabella 7.8**

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento (kg/m ³)	Classe di resistenza
XF1	0.55	300	C30/37
XF2	0.50	320	C30/37
XF3	0.50	320	C30/37
XF4	0.45	340	C35/45

Per i calcestruzzi in classe di esposizione XF dovrà essere inoltre garantito il volume minimo di microbolle d'aria aggiunta specificato in Tabella 7.9. Le microbolle dovranno essere uniformemente distribuite nella miscela ed avere un fattore di spaziatura < 0,20mm, misurato sul calcestruzzo indurito.

Tabella 7.9

Diametro massimo dell'aggregato (mm)	Aria Aggiunta (%)
32	4
16	5
8	6

- classe di esposizione XA:**Tabella 7.10**

Denominazione della classe	Massimo rapporto a/c	Minimo dosaggio di cemento	Classe di resistenza*
XA1	0.55	300	C30/37
XA2	0.50	320	C30/37
XA3	0.40	370	C35/45

Quando l'attacco chimico sia dovuto ai solfati, i cementi dovranno rispettare le prescrizioni della UNI 9156.

La **lavorabilità** degli impasti è valutata attraverso **misure di consistenza** del calcestruzzo fresco. Per la misura della consistenza sarà impiegato di norma il metodo dell'abbassamento al cono (UNI 9418). Se previsto negli elaborati di progetto, potranno inoltre essere richieste prestazioni basate sulla misura della consistenza attraverso la prova di spandimento (UNI 8020 - metodo B). I valori di riferimento per l'individuazione della classe di consistenza sono quelli indicati in Tabella 7.11 Tabella 7.12.

Tabella 7.11

Classe di consistenza	Abbassamento al cono (mm)	Denominazione corrente
S1	Da 10 a 40	Umida
S2	Da 50 a 90	Plastica
S3	Da 100 a 150	0 Semifluida

S4	Da 160 a 210	Fluida
S5	> 210	Superfluida

Tabella 7.12

Classe di consistenza	Spandimento (mm)
FB1	≤ 340
FB2	da 350 a 410
FB3	da 420 a 480
FB4	da 490 a 550
FB5	da 560 a 620
FB6	≥ 630

In mancanza di esplicite diverse indicazioni negli elaborati di progetto, le miscele, al momento del getto, devono avere un abbassamento al cono di almeno 100mm (S3) o uno spandimento di almeno 420mm (FB3).

In ogni caso la classe di consistenza specificata negli elaborati di progetto, si intende riferita al momento del getto del calcestruzzo.

Il dosaggio, il tipo e la classe di **cemento** da utilizzare, saranno stabiliti nella fase di qualificazione delle miscele. Nella scelta si dovrà tenere conto oltre che della resistenza richiesta, del suo sviluppo nel tempo, e delle esigenze legate alla durabilità (classe di esposizione ambientale), anche della velocità di sviluppo della resistenza, e del calore di idratazione. **In ogni caso il dosaggio di cemento non potrà mai scendere al di sotto dei 280 kg/m³.**

L'assortimento granulometrico delle miscele dovrà essere realizzato impiegando almeno tre classi granulometriche diverse. La granulometria dell'aggregato combinato sarà progettata e messa a punto nella fase di qualifica delle miscele e dovrà garantire il raggiungimento delle prestazioni richieste sia allo stato fresco che indurito. La curva granulometrica scelta per ciascuna miscela dovrà essere comunicata prima dell'inizio dei getti alla Direzione Lavori che provvederà a verificarne la costanza.

La **massima dimensione nominale degli aggregati** dovrà essere indicata negli elaborati di progetto, nel rispetto delle indicazioni riportate al punto 5.4 della Norma UNI 9858 e delle vigenti disposizioni di legge.

Il **rapporto acqua-cemento (a/c)** delle miscele sarà stabilito in modo da garantire la durabilità del calcestruzzo, il raggiungimento della resistenza richiesta dagli elaborati progettuali e di tutte le altre prestazioni richieste alle miscele, sia allo stato fresco che indurito.

Nella determinazione del rapporto a/c occorre considerare gli aggregati nella condizione di saturazione a superficie asciutta. Pertanto bisognerà tenere conto dell'umidità degli aggregati al momento dell'impasto, sia essa in eccesso o in difetto rispetto alla condizione su menzionata, in base ai valori di assorbimento determinati in fase di qualificazione, secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a.

7.3.ACCETTAZIONE DELLE MISCELE

La composizione della miscela (acqua, cemento, aggregati, additivi ed aggiunte) deve essere stabilita in modo da soddisfare le specifiche prestazionali richieste, e di minimizzare i fenomeni di segregazione ed essudazione del calcestruzzo fresco.

A tale scopo l'Impresa è tenuta a far eseguire uno studio della composizione del calcestruzzo (mix design). Tale studio si articolerà in due fasi comprendendo una fase di qualifica delle miscele in laboratorio ed una di messa a punto delle miscele all'impianto di produzione.

Qualifica delle miscele in laboratorio

L'Impresa, presenterà alla Direzione Lavori lo studio di composizione del conglomerato cementizio sulla base delle richieste contenute negli elaborati progettuali. Tale studio sarà eseguito presso un

Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e conterrà i risultati delle prove fisiche e di resistenza meccanica realizzate su ciascuna miscela di cui sia previsto l'impiego.

Lo studio di composizione presentato non dovrà essere più vecchio di un anno. Per ognuna delle miscele proposte per l'impiego dovrà essere indicato almeno:

- il proporzionamento analitico di un metro cubo di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- la quantità d'acqua utilizzata;
- il rapporto a/c (con aggregati in condizioni saturi a superficie asciutta);
- la granulometria ed il dosaggio di ciascuna frazione degli aggregati;
- i risultati delle prove di qualifica degli aggregati utilizzati;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi ed aggiunte;
- in caso di impiego di additivo aerante, il contenuto percentuale di aria inclusa nell'impasto fresco;
- classi di esposizione ambientale per le quali la miscela è durabile;
- la massa volumica del calcestruzzo fresco;
- la lavorabilità delle miscele;
- le resistenze meccaniche alle scadenze prescritte.

Potrà inoltre essere prevista la preparazione di provini per la determinazione di qualsiasi altra caratteristica del calcestruzzo richiesta dagli elaborati progettuali.

Qualifica delle miscele all'impianto

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti solamente dopo l'approvazione della documentazione relativa agli studi di qualifica delle miscele in laboratorio ed all'effettuazione, presso l'impianto di produzione, in contraddittorio con l'Impresa, di impasti di prova per la qualificazione della produzione di ciascuna miscela.

La qualifica si intenderà positivamente superata quando:

- la resistenza caratteristica misurata sul calcestruzzo all'impianto di produzione risulti superiore a quella prevista per la miscela in prova;
- il valore dell'abbassamento al cono sia conforme alla classe di consistenza dichiarata;
- il rapporto a/c determinato secondo le modalità previste nella norma UNI 6393, non superi di 0.04 quello dichiarato nella qualifica delle miscele in laboratorio;
- il valore della massa volumica del calcestruzzo fresco sia superiore al 97% di quello ottenuto nella qualifica delle miscele in laboratorio.

Nel caso sia previsto il pompaggio delle miscele, gli impasti prodotti dovranno possedere idonee proprietà reologiche, di modo che il getto avvenga mantenendo il valore prestabilito del rapporto a/c.

L'approvazione delle miscele da parte della Direzione Lavori non libera in alcun modo l'Impresa dalle sue responsabilità in base alle norme vigenti. La qualifica delle miscele dovrà essere ripetuta, con le medesime modalità, ogni qualvolta verranno a modificarsi sensibilmente le caratteristiche fisico-chimiche dei costituenti del calcestruzzo o le modalità di confezionamento.

7.4. CONFEZIONAMENTO DELLE MISCELE

Gli impianti di confezionamento del calcestruzzo devono avere una adeguata capacità di stoccaggio delle materie prime (cementi, aggregati, aggiunte, additivi) per garantire la continuità della produzione secondo il previsto programma dei lavori.

Materiali di tipo diverso devono essere movimentati e stoccati in modo da evitare miscelazioni, contaminazioni o deterioramento. Non è consentito il mescolamento di cementi diversi per tipo, classe di resistenza o provenienza. Il cemento e le aggiunte dovranno essere adeguatamente protetti dall'umidità atmosferica e dalle impurità.

Durante lo stoccaggio degli aggregati occorre evitare che si verifichi una segregazione all'interno di ciascuna frazione granulometrica.

Gli additivi devono essere trasportati e conservati in modo da evitare che la loro qualità venga compromessa da fattori chimici o fisici.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico, con dosaggio a peso degli aggregati, del cemento e delle eventuali aggiunte. Acqua, ed additivi possono essere dosati sia a peso che a volume.

I dispositivi di dosaggio del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere di tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli aggregati possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Dovranno essere predisposte apparecchiature o procedure di controllo tali da consentire, per ogni impasto, il controllo dell'umidità degli aggregati e quindi l'aggiunta della corretta quantità d'acqua.

Il dosaggio effettivo degli aggregati, dell'acqua, del cemento e delle aggiunte dovrà essere realizzato con precisione del 3%, quello degli additivi con precisione del 5%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi, tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. La loro precisione dovrà essere pari almeno quella riportata nella prospetto X della Norma UNI 9858.

Gli impasti dovranno essere confezionati in mescolatori meccanici aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di miscelazione dovranno essere tali da produrre una miscela omogenea. Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 - 79.

Se si aggiungono all'impasto additivi in quantità inferiore a 2g/kg di cemento, questi devono essere preventivamente dispersi in una parte dell'acqua di impasto. Quando, a causa del breve periodo di attività degli additivi, sia necessario aggiungerli in cantiere, il calcestruzzo deve già essere stato miscelato in modo omogeneo prima dell'additivazione. Al termine dell'additivazione il calcestruzzo deve essere rimiscelato fino a che l'additivo risulti completamente disperso nella massa di calcestruzzo ed inizi ad esplicare la sua azione.

7.5. TRASPORTO DELLE MISCELE

Il trasporto del calcestruzzo, dall'impianto di betonaggio al luogo di 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, di 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 utilizzata 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'Impresa dovrà esibire detti documenti agli incaricati della Direzione Lavori. L'Impresa dovrà tenere idonea documentazione in base alla quale sia possibile individuare il punto della struttura cui ciascun carico è stato destinato

7.6. POSA IN OPERA DELLE MISCELE

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.

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 della Direzione Lavori. Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

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 della bocca del tubo convogliatore, non dovrà superare 1m.

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.

Le superfici esterne devono 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, chiodi, reggette) che, con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere dai getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0.5cm sotto la superficie finita, e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati.

Queste prestazioni non saranno in nessun caso oggetto di compensi a parte. Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

L'Impresa potrà adottare per la cassetta il sistema, i materiali ed i mezzi che riterrà più idonei o di sua convenienza, purché soddisfino le condizioni di stabilità e di sicurezza, curando la perfetta riuscita dei particolari costruttivi.

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 non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze; in caso contrario l'impresa dovrà provvedere ad applicare adeguati trattamenti superficiali traspiranti al vapore d'acqua. Nelle strutture impermeabili dovrà essere garantita la tenuta all'acqua dei giunti di costruzione con accorgimenti, da indicare nel progetto.

Quando la temperatura dell'aria è inferiore a + 5°C valgono le disposizioni e prescrizioni della Norma UNI 8981 parte 4a. 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.

7.7.STAGIONATURA E PROTEZIONE DEL CALCESTRUZZO

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 (Tabella 7.13).

Tabella 7.13

Velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo	Rapido			Medio			Lento		
	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Temperatura del calcestruzzo (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
<i>Condizioni ambientali durante la stagionatura:</i>	giorni di stagionatura protetta								
Non esposto ad insolazione diretta; UR ≥ 80%	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Insolazione o vento medi, UR ≥ 50%	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Insolazione o vento intensa, UR ≤ 50%	4	3	2	8	6	5	10	8	5

La velocità di sviluppo della resistenza del calcestruzzo può essere desunta dalla (Tabella 7.14)

Tabella 7.14

Velocità di sviluppo della resistenza	Rapporto a/c	Classe del cemento
Rapida	< 0,5	42,5 R
Media	0,5 - 0,6 < 0,5	42,5 R 32,5 R - 42,5 R
Lenta	In tutti gli altri casi	

Le durate di stagionatura riportate in (Tabella 7.13) dovranno essere adeguatamente aumentate nel caso in cui il calcestruzzo sia esposto a severe condizioni di abrasione o per condizioni ambientali più gravose di quelle corrispondenti alle classi X0, XC e XA1.

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 nel 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.

7.8.CONTROLLI

Vengono nel seguito definiti i controlli da effettuare sui materiali impiegati e sulle miscele, sia allo stato fresco che indurito. Si individuano due gruppi principali di controlli:

- *controlli in corso d'opera;*
- *controlli sulle opere finite.*

Controlli in corso d'opera

La Direzione Lavori esegue controlli periodici in corso d'opera per verificare la conformità dei materiali e degli impasti impiegati alle prescrizioni normative, alle ulteriori prescrizioni previste nelle presenti Norme Tecniche, nonché ai parametri stabiliti durante i controlli preliminari di qualificazione.

Per le resistenze meccaniche il "**controllo di accettazione**" definito dal D.M. 9/1/96, e successivi aggiornamenti, dovrà avvenire con le modalità ivi specificate. Il tipo di controllo adottato (A o B) ed il numero dei prelievi da effettuare sono quelli previsti dal progetto, nel rispetto del citato D.M. 9/1/96. L'opera o la parte di opera per la quale non sia verificata la conformità della resistenza a compressione non potrà essere contabilizzata finché la non conformità non sarà stata definitivamente rimossa o accettata dalla Direzione Lavori a seguito dei controlli sulle opere finite definite nel seguito.

Il prelievo dei campioni di calcestruzzo fresco avverrà secondo le modalità previste dalla norma UNI 6126. Per il giudizio di conformità della consistenza deve essere effettuata una prova per ogni giorno di getto. Il campione prelevato per determinarne la consistenza, deve essere rappresentativo dell'impasto, carico o consegna (UNI 6126).

La consistenza degli impasti è ritenuta conforme se la consistenza misurata rientra nella classe di consistenza specificata.

Per il giudizio di conformità del rapporto a/c, del contenuto di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato, deve essere effettuata almeno una determinazione per ogni giorno di getto. Il rapporto a/c è ritenuto conforme se il suo valore medio non supera il valore previsto per la miscela in esame e se i singoli valori non superano di oltre 0,05 il detto valore. La conformità per il contenuto di cemento è raggiunta quando il suo valore medio è uguale o maggiore al valore prescritto. Singoli risultati possono essere minori, ma non oltre il 5% in massa rispetto al valore di specifica. Il controllo in cantiere della composizione del calcestruzzo fresco sarà eseguito secondo la norma UNI 6393.

La conformità per l'assortimento granulometrico è raggiunta se:

- le singole percentuali di passante dell'aggregato grosso (norma UNI 8520) non si discostano più del 5% da quelle stabilite nella fase di qualifica delle miscele;
- le singole percentuali di passante dell'aggregato fino (norma UNI 8520) non si discostano più del 3% da quelle stabilite nella fase di qualifica delle miscele.

Laddove sia previsto l'impiego di additivi aeranti deve essere effettuata almeno una determinazione del contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco per ogni giorno di getto, secondo quanto previsto dalla norma UNI 6395. La conformità per il contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco è verificata se ogni valore di prova dei singoli campioni supera il valore di specifica ma non più del 2%, a meno di particolari prescrizioni.

E' facoltà della D. L. rifiutare carichi di calcestruzzo che nei controlli in corso d'opera non rispondano ai requisiti prescritti. I getti effettuati con miscele non conformi non potranno essere contabilizzati finché la non conformità non sarà stata definitivamente rimossa o accettata dalla Direzione Lavori a seguito dei controlli sulle opere finite.

Per le caratteristiche non trattate nelle presenti Norme Tecniche i piani di campionamento ed i criteri di conformità devono essere concordati preventivamente, tenuto conto dei sistemi di verifica e del livello di affidabilità previsto per le strutture o per il manufatto di calcestruzzo presi in considerazione.

Controlli sulle opere finite

Il **controllo della qualità del calcestruzzo in opera** sarà eseguito su tutte le strutture realizzate, a prescindere dall'esito dei controlli di accettazione, e riguarderà la resistenza caratteristica (Rck, fck) richiesta dagli elaborati di progetto.

Laddove questi ultimi prescrivano il raggiungimento di specifici valori della resistenza a tempi di maturazione inferiori ai 28 giorni, anche questi saranno soggetti a controllo in opera con le stesse modalità previste per la resistenza caratteristica.

Per l'esecuzione dei controlli è previsto l'impiego di 3 diverse metodologie sperimentali.

1. Determinazione della resistenza a compressione su carote

Il prelievo delle carote, da eseguire in contraddittorio e la loro conservazione, dovrà avvenire secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6131. La preparazione dei provini (taglio, rettifica, cappaggio) e la loro rottura dovrà avvenire secondo la Norma UNI 6132.

Il **diametro delle carote** dovrà essere superiore a 100mm (preferibilmente 150mm) e comunque maggiore di 4 volte la dimensione massima effettiva dell'aggregato impiegato. L'**altezza** dei provini cilindrici ricavati dalle carote, dovrà essere compresa tra 1 e 2 volte il diametro della carota.

Ogni carota dovrà essere identificata con data, ora e punto di prelievo. Il prelievo delle carote e le prove di compressione sui provini ricavati dalle carote dovranno essere eseguite da Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Per passare dalla resistenza a compressione misurata sui campioni cilindrici ricavati dalle carote (Rcil), alla resistenza cubica a compressione (Rcc) del calcestruzzo in opera, si utilizzerà la seguente relazione:

$$R_{cc} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 R_{cil}$$

$$\alpha_1 = \frac{D}{1.5 + \Phi / h} \quad \begin{array}{l} D = 2.5 \text{ per carote prelevate orizzontalmente} \\ D = 2.3 \text{ per carote prelevate verticalmente} \end{array}$$

$$\alpha_2 = 1 + 0.5 \left(\frac{\Phi_r d}{\dots} \right) \quad \text{(solo in caso di presenza, all'interno della carota, di barre di}$$

Φ / l armatura ortogonali all'asse della carota stessa)

$\alpha_3 = 1.20$ (per tenere conto del disturbo arrecato dal prelievo)

Φ : diametro della carota

Φ_r : diametro della barra

h : altezza della carota dopo il cappaggio

l : altezza della carota prima del cappaggio

d : distanza dell'asse della barra dall'estremità più vicina della carota

Nel caso in cui siano presenti più barre di armatura, andrà considerata nel calcolo solamente quella che dà il valore più elevato del prodotto ($\Phi_r d$).

Per la determinazione della resistenza caratteristica si procederà in analogia a quanto previsto dalla Normativa Italiana (Allegato 2 al D.M. 9/1/96).

2. Metodo combinato ultrasuoni + indice sclerometrico

La misura dell'indice di rimbalzo (IR) dello sclerometro sarà effettuata secondo la Norma UNI 9189. La misura della "velocità apparente" (V) di propagazione degli impulsi ultrasonici in sulle strutture finite, o su carote da esse prelevate, sarà effettuata secondo la Norma UNI 9524.

Le due misure andranno effettuate nelle dirette vicinanze l'una dell'altra così che i risultati possano essere impiegati in modo congiunto.

3. Prova di estrazione di tasselli post-inseriti (pull-out test).

La prova prevede la determinazione della forza (F) necessaria ad estrarre da un elemento di calcestruzzo un inserto metallico di opportune caratteristiche ed introdotto, previa foratura, nell'elemento stesso. L'esecuzione della prova dovrà avvenire secondo la Norma UNI 10157.

La qualità del calcestruzzo in opera

La stima della qualità del calcestruzzo in opera è effettuata sulla base del **valore caratteristico della resistenza a compressione**. Ciò richiede, per ciascuna classe di calcestruzzo posta in opera, la preventiva valutazione **dell'omogeneità** dei getti.

I metodi di indagine in sito previsti per tale valutazione sono:

- metodo combinato ultrasuoni + indice sclerometrico
- estrazione di tasselli post-inseriti (pull-out test)

In entrambi i casi la resistenza a compressione del calcestruzzo (R) viene stimata utilizzando correlazioni empiriche con i parametri caratteristici del metodo impiegato:

Metodo combinato ultrasuoni-sclerometria:

- Velocità degli ultrasuoni (V)
- Indice di Rimbalzo (IR)

Prova di estrazione Pull-out:

- Forza di estrazione dei tasselli (F)

Le correlazioni utilizzate saranno del tipo $R = f(X_i)$. Esse dovranno essere stabilite, presso un Laboratorio riconosciuto dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, sullo stesso calcestruzzo oggetto del controllo. In particolare per la prova di estrazione si seguirà la metodologia descritta dalla norma UNI 10157.

Sarà compito dell'Impresa provvedere al prelievo, in cantiere o presso l'impianto di produzione, ed alla maturazione, di un congruo numero di provini prodotti con lo stesso calcestruzzo utilizzato per i getti.

In ogni caso l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione tecnica che illustri nei dettagli la procedura seguita e che fornisca almeno:

- la correlazione $R = f(X_i)$;
- la numerosità del campione utilizzato;
- il coefficiente di regressione (ρ) della correlazione ottenuta;
- il coefficiente di variazione CR' della distribuzione delle resistenze misurate (R').

È inoltre consentito l'impiego di correlazioni stabilite su un calcestruzzo standard, purché opportunamente calibrate. Nella **(Tabella 7.15)** sono riportate, per i due metodi di controllo previsti:

- Due tra le possibili correlazioni stabilite su un calcestruzzo standard che è possibile impiegare per la stima della resistenza a compressione in mancanza di sperimentazione diretta;
- I valori dei coefficienti di regressione (ρ) e di variazione CR' .

Tabella 7.15

Metodo di controllo	$R = f(X_i)$ [MPa]	Coefficiente di regressione ρ	Coefficiente di variazione CR'
Metodo combinato Ultrasuoni + sclerometro	$R = 1.2 \cdot 10^{-9} V^{2.446} IR^{1.058}$	0.92	0.25
Estrazione tasselli Post- inseriti (Pull-out)	$R = 0.092F + 94.1$	0.95	0.25

[V] = m/s; [F] = daN

Il valore del coefficiente di influenza globale (C_t) da utilizzare per correggere i valori di resistenza stimati a partire dalle misure in sito, deve essere determinato sperimentalmente confrontando le resistenze stimate con quelle ottenute da carote prelevate dalla struttura in esame. L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori una relazione tecnica che illustri nei dettagli la procedura seguita e che fornisca almeno:

- posizione delle carote prelevate dalle opere;
- i valori dei parametri caratteristici del metodo impiegato misurati su ciascuna carota;
- i valori della resistenza a compressione misurati su ciascuna carota.
- il valore del coefficiente di influenza globale (C_t).

Programmazione ed esecuzione dei controlli

Tutte i prelievi e le prove previste nell'ambito dei controlli sulle opere finite saranno effettuate da Laboratori riconosciuti dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Le indagini in sito andranno eseguite secondo un calendario stabilito dalla Direzione Lavori e comunque non oltre i 90 giorni dall'esecuzione dei getti.

Il tipo ed il numero di prove da effettuare, in funzione delle dimensioni dell'opera, sono riportate nella **(Tabella 7.16)**.

Tabella 7.16

(*) Fino a 300m ³ :	2 carotaggi	ogni 100m ³ o frazione
Oltre i 300m ³ si aggiungono:		
	5 rilievi combinati (ultrasuoni + sclerometria) + 1 carotaggio Oppure, in alternativa: 5 prove di estrazione (pull-out test) + 1 carotaggio	ogni 100m ³ o frazione

(*) può essere omessa la valutazione dell'omogeneità dei getti

La scelta tra il controllo combinato ultrasuoni + sclerometria e le prove di estrazione (pull-out test) sarà effettuata in relazione alla tipologia delle opere eseguite.

Criteri di conformità

Il giudizio finale sull'**omogeneità dei getti** è basato sul coefficiente di variazione della resistenza attuale del calcestruzzo calcolato utilizzando la seguente relazione:

$$CS' = [C_s^2 + C_{R'}^2(1 - \rho^2)]^{1/2}$$

CS' : coefficiente di variazione della resistenza attuale;

C_s : coefficiente di variazione della resistenza stimata;

CR' : coefficiente di variazione della resistenza per il campione di correlazione;

ρ : coefficiente di regressione della curva di correlazione.

Saranno considerati soddisfacenti valori di CS' inferiori al 15%. In caso contrario di dovrà procedere ad una ulteriore suddivisione dei getti in zone omogenee.

Per il calcolo della **resistenza caratteristica** del calcestruzzo in opera si procederà all'interno di ciascuna classe di resistenza, o zona omogenea, utilizzando la relazione:

$$R_{ck,a} = R_{cm,a} (1 - 1.4 CS')$$

$R_{ck,a}$: resistenza caratteristica attuale del calcestruzzo in opera per la classe o gruppo omogeneo

$R_{cm,a}$: resistenza media attuale del calcestruzzo in opera per la classe o zona omogenea

CS' : coefficiente di variazione della resistenza attuale

Il controllo della resistenza caratteristica risulterà positivo se, per ogni classe o gruppo omogeneo, la resistenza caratteristica risulterà non inferiore a quella richiesta dagli elaborati di progetto e dalle presenti Norme Tecniche.

In caso di non conformità la Direzione Lavori potrà, in alternativa:

- dequalificare l'opera;
- fare eseguire lavori di adeguamento, preventivamente approvati dal Progettista;
- chiedere all'Impresa di demolire e ricostruire la parte di opera risultata difettosa.

Tutti gli oneri per eventuali interventi di adeguamento, demolizione e ricostruzione sono a carico dell'Impresa.

7.9. POSA IN OPERA DELL'ARMATURA METALLICA

Vale quanto prescritto dalla C.S.LL.PP.: febbraio 2008.

Nella posa in opera delle armature metalliche entro i casseri è prescritto tassativamente l'impiego di opportuni distanziatori prefabbricati in conglomerato cementizio o in materiale plastico; lungo le pareti verticali si dovrà ottenere il necessario distanziamento esclusivamente mediante l'impiego di distanziatori ad anello; sul fondo dei casseri dovranno essere impiegati distanziatori del tipo approvato dalla Direzione Lavori. L'uso dei distanziatori dovrà essere esteso anche alle strutture di fondazione armate.

Il Copriferro e l'interferro dovranno essere conformi alle previsioni progettuali ed in ogni caso al disposto del D.M. 14.01.08, nonché, se pertinente, del UNI EN 1992-1. Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 30 (trenta) mm e comunque come indicato dal progettista.

Le giunzioni per saldatura e/o sovrapposizione dovranno essere conformi alle previsioni progettuali ed in ogni caso al disposto del D.M. 14.01.08, nonché, se pertinente, del UNI EN 1992-1.

L'Appaltatore dovrà adottare inoltre tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante le operazioni di getto. E' a carico dell'Appaltatore l'onere della posa in opera delle armature metalliche, anche in presenza di acqua o fanghi bentonitici, nonché i collegamenti equipotenziali.

7.10. GIUNTI DI DISCONTINUITÀ ED OPERE ACCESSORIE NELLE STRUTTURE IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc), secondo quanto contenuto negli elaborati progettuali e le indicazioni impartite dalla Direzione Lavori.

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate.

I giunti dovranno essere realizzati a cura e spese dell'Impresa, essendosi tenuto debito conto di tale onere nella formulazione dei prezzi di elenco relativi alle singole classi di conglomerato.

Solo nel caso in cui è previsto in progetto che il giunto sia munito di apposito manufatto di tenuta o di copertura, l'elenco prezzi prevederà espressamente le voci relative alla speciale conformazione del giunto, unitamente alla fornitura e posa in opera dei manufatti predetti con le specificazioni di tutti i particolari oneri che saranno prescritti per il perfetto definitivo assetto del giunto.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.). In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

Nell'esecuzione dei manufatti contro terra si dovrà prevedere in numero sufficiente ed in posizione opportuna l'esecuzione di appositi fori per l'evacuazione delle acque di infiltrazione. I fori dovranno essere ottenuti mediante preventiva posa in opera nella massa del conglomerato cementizio di tubi a sezione circolare o di profilati di altre sezioni di PVC o simili.

7.11. PREDISPOSIZIONE DI FORI, TRACCE, CAVITÀ, AMMORSATURE, ONERI VARI

L'Impresa avrà a suo carico il preciso obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi o sarà successivamente prescritto di volta in volta in tempo utile dalla Direzione Lavori, circa fori, tracce, cavità, incassature ecc. nelle solette, nervature, pilastri, murature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle di ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere di interdizione, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti di impianti. L'onere relativo è compreso e compensato nei prezzi unitari e pertanto è ad esclusivo carico dell'Impresa.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Impresa, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'impresa stessa, sia per quanto riguarda le eventuali opere di adattamento di infissi o impianti, i ritardi, le forniture aggiuntive di materiali e la maggiore mano d'opera occorrente da parte dei fornitori.

7.12. IMPERMEABILIZZAZIONE DI MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

Tale impermeabilizzazione verrà effettuata mediante:

- guaine bituminose nel caso in cui i manufatti debbano essere interrati.
- membrane elastiche quando il manufatto debba rimanere scoperto.

Caratteristiche dell'impermeabilizzazione

I materiali da impiegarsi per la formazione degli strati impermeabilizzanti dovranno possedere i seguenti requisiti, eventualmente meglio specificati in appositi paragrafi del presente Capitolato Speciale d'Appalto:

- permeabilità all'acqua praticamente nulla;
- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione, in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- adeguata deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- adeguata resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione. In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;
- adeguata durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- adeguata compatibilità e adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti, sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche;
- agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade, e sempre, comunque, tra le temperature di -10° e + 60° C;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e di sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

7.13. Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Vale quanto prescritto dalla C.S.LL.PP.: febbraio 2008.

L'Appaltatore è tenuto a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione) necessari alla realizzazione delle lavori, redatti ai sensi del D.M. 14.01.08. Per tali opere provvisorie l'Appaltatore porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata dai getti, relativamente a:

- ingombro degli alvei dei corsi d'acqua (mantenimento dell'officiosità idraulica dei corsi d'acqua mediante adeguata sezione di deflusso);
- sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Per i getti di superficie in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità.

La Direzione Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto.

La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di casseratura a perdere inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante, e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

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

8. COSTRUZIONI IN CARPENTERIA METALLICA

8.1. Normativa di riferimento

Generale

- D.M. 14.01.08 – Norme tecniche per le costruzioni
- UNI EN 1090-1:2009 - Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali
- UNI EN 1090-2:2008 - Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio

Condizioni tecniche di fornitura

Prodotti laminati a caldo

- UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura
- UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
- UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
- UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termo meccanica
- UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
- UNI EN 10025-6:2009 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciai per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento allo stato bonificato

Profilati cavi finiti a caldo

- UNI EN 10210-1:2006 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura

Profilati cavi formati a freddo

- UNI EN 10219-1:2006 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura

Nastri e lamiere

- UNI EN 10327:2004 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10346:2009 - Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 10268:2006 - Prodotti piani laminati a freddo di acciaio ad alto limite di snervamento per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura

Caratteristiche dimensionali dei profili

- UNI 5679:1973 - Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPN. Dimensioni e tolleranze
- UNI EN 10279:2002 - Profilati a U di acciaio laminati a caldo - Tolleranze sulla forma, sulle dimensioni e sulla massa
- UNI 5397:1978 - Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi HE ad ali larghe parallele. Dimensioni e tolleranze
- UNI 5398:1978 - Prodotti finiti di acciaio laminati a caldo. Travi IPE ad ali strette parallele. Dimensioni e tolleranze
- UNI EN 10024:1996 - Travi ad I ad ali inclinate laminate a caldo. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10034:1995 - Travi ad I e ad H di acciaio per impieghi strutturali. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 10210-2:2006 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10219-2:2006 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10143:2006 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo - Tolleranze sulla dimensione e sulla forma
- UNI EN 14782:2006 - Lastre metalliche autoportanti per coperture, rivestimenti esterni e interni - Specifica di prodotto e requisiti
- UNI EN 508-1:2008 - Prodotti di lastre metalliche per coperture - Specifiche per prodotti autoportanti in lastre di acciaio, alluminio o acciaio inossidabile - Parte 1: Acciaio

Elementi di collegamento metallici

- UNI EN ISO 898-1:2009 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Parte 1: Viti e viti prigioniere con classi di resistenza specificate - Filettature a passo grosso e a passo fine
- UNI EN ISO 898-5:2000 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio - Viti senza testa e particolari similari filettati non soggetti a trazione
- UNI EN ISO 898-6:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo fine
- UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso
- UNI EN 14399-1:2005 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 1: Requisiti generali
- UNI EN 14399-2:2005 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 2: Prova di idoneità all'impiego
- UNI EN 14399-3:2005 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato Parte 3: Sistema HR - Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-4:2005 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 4: Sistema HV - Assieme vite e dado esagonali
- UNI EN 14399-5:2005 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 5: Rondelle piane
- UNI EN 14399-6:2005 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 6: Rondelle piane smussate
- UNI EN 14399-7:2008 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 7: Sistema HR - Assieme vite con testa svasata piana e dado
- UNI EN 14399-8:2008 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 8: Sistema HV - Assieme vite a testa esagonale con gambo calibrato e dado
- UNI EN 14399-9:2009 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 9: Sistema HR o HV - Rondelle con indicazione di carico per assiami vite e dado
- UNI EN 14399-10:2009 - Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato - Parte 10: Sistema HRC - Assiami vite e dado con serraggio calibrato
- UNI EN ISO 4016:2011 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato - Categoria C

Saldatura**Processi di saldatura**

- UNI EN ISO 4063:2010 - Saldatura e tecniche affini - Nomenclatura dei processi e relativa codificazione numerica
- UNI EN 1011-1:2009 - Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici - Parte 1: Guida generale per la saldatura ad arco
- UNI EN 1011-2:2005 - Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici
- UNI EN 1011-3:2005 - Saldatura - Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 3: Saldatura ad arco degli acciai inossidabili
- UNI EN ISO 15614-1:2008 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Prove di qualificazione della procedura di saldatura - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas degli acciai e saldatura ad arco del nichel e leghe
- UNI EN ISO 14555:2007 - Saldatura - Saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici
- UNI EN ISO 9692-1:2005 - Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas...
- UNI EN ISO 5817:2008 - Saldatura - Giunti saldati per fusione di acciaio, nichel, titanio e loro leghe (esclusa la saldatura a fascio di energia) - Livelli di qualità delle imperfezioni
- UNI EN ISO 3834-1:2006 - Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 1: Criteri per la scelta del livello appropriato dei requisiti di qualità
- UNI EN ISO 3834-2:2006 - Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 2: Requisiti di qualità estesi
- UNI EN ISO 3834-3:2006 - Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 3: Requisiti di qualità normali
- UNI EN ISO 3834-4:2006 - Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 4: Requisiti di qualità elementari
- UNI EN ISO 3834-5:2006 - Requisiti di qualità per la saldatura per fusione dei materiali metallici - Parte 5: Documenti ai quali è necessario conformarsi per poter dichiarare la conformità ai requisiti di qualità di cui alle parti 2, 3 o 4 della ISO 3834

Materiali di saldatura

- UNI EN 756:2004 - Materiali d'apporto per saldatura - Fili pieni, abbinamenti fili pieni- flusso e fili animati-flusso per saldatura ad arco sommerso di acciai non legati e a grano fino - Classificazione

Personale addetto ai processi

- UNI EN 287-1:2007 - Prove di qualificazione dei saldatori - Saldatura per fusione - Parte 1: Acciai
- UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura - Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici

8.2. Generalità

L'Impresa sarà tenuta all'osservanza delle norme di riferimento richiamate espressamente nelle relazioni di calcolo delle singole opere.

Gli acciai da carpenteria dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle delle Norme Tecniche D.M. 14.01.08.

Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire, all'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità del progetto appaltato e dei tipi esecutivi che gli saranno consegnati mediante ordini di servizio dalla Direzione dei lavori in corso di appalto e prima dell'inizio delle costruzioni. E' stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio, per cui non sia applicabile la marchiatura CE, dovranno essere "qualificati"; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare l'impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, i disegni costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto e le tecnologie di esecuzione delle saldature e specificatamente: le dimensioni dei cordoni, le caratteristiche dei procedimenti, le qualità degli elettrodi;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

L'Impresa dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

È facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto delle saldature e le loro tecnologie di esecuzione alla consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o di altro Ente di sua fiducia.

La Direzione Lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso d'opera che ad opera finita, in conformità a quanto stabilito dal D.M. in vigore e tenendo conto delle eventuali raccomandazioni dell'Ente di consulenza.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Impresa.

8.3. Collaudo tecnologico dei materiali

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni. A tale scopo è fatto obbligo all'Impresa di concordare in tempo utile con la Direzione Lavori la data di esecuzione di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme vigenti per i singoli materiali. La Direzione Lavori ha comunque la facoltà di prelevare in qualunque momento della lavorazione campioni di materiali da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi sono a carico dell'Impresa.

Si precisa che tutti gli acciai da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Impresa, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa. Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori. Un'altra copia verrà conservata dall'Impresa che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

8.4. Controlli in corso di lavorazione

L'Impresa è tenuta ad avvertire la Direzione Lavori dell'arrivo nella sua officina dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio.

L'Impresa dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione Lavori.

In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Impresa dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto, con riferimento ai disegni costruttivi prodotti;
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è prescritto il premontaggio in officina.

Alla Direzione Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

In particolare l'impresa dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione; possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da **2 a 5** mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere chiodati o bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previsto dalle Norme Tecniche vigenti. Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per chiodi e bulloni devono essere eseguiti col trapano con assoluto divieto dell'uso della fiamma e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza), le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei diametri **D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27** mm;

- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di **mezza spira** del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati contro-dadi, anche nel caso di bulloni con viti 8.8 e 10.9.

8.5.Montaggio

L'Impresa sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle.

Il sistema prescelto dovrà essere comunque atto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome. da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, e tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio delle strutture, si dovrà porre la massima cura per evitare che vengano deformate o soprasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette, tenuto conto tra l'altro che tutte le strutture, prima di essere trasferite a piè d'opera, devono essere trattate in officina con sabbiatura ed una mano di primer.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la contro freccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dalla Norma Tecnica vigente, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore.

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, vernice, scaglie di laminazione, macchie di grasso e sabbiato a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore ad un mese.

Per ogni unione con-bulloni l'impresa effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al **10 %** del totale ed in ogni caso su non meno di **quattro**; se anche un solo bullone non rispondesse alle prescrizioni di serraggio, il controllo dovrà essere esteso a tutti i bulloni.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'impresa dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico sulla sede autostradale, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

8.6. Verniciature

Generalità

Tutte le superfici delle strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di verniciatura definiti nel presente articolo.

I cicli saranno preceduti da una accurata preparazione mediante sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nel trattamento delle superfici in corrispondenza delle giunzioni ad attrito per impedire qualsiasi infiltrazione all'interno dei giunti.

Non saranno accettati prodotti vernicianti che non siano rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, restando a totale ed esclusivo carico dell'Impresa l'asportazione e la sostituzione di verniciature che non risultassero idonee.

Le verniciature dovranno essere eseguite in condizioni d'ambiente idonee alle caratteristiche dei prodotti impiegati.

Non si dovrà procedere ai trattamenti quando temperatura ed umidità dell'aria superano le soglie minima e massima proprie di ciascun prodotto.

Non si dovrà procedere all'applicazione di uno strato fino a che quello precedente non sia perfettamente essiccato.

Tutti gli strati dovranno essere protetti da pioggia o bagnatura in genere per un periodo minimo di **18 ore** dall'applicazione.

Gli strati dovranno avere tonalità di colore diverse per consentire il controllo della loro applicazione.

L'applicazione dovrà essere effettuata secondo lo schema che segue, salvo diverse disposizioni formalmente impartite dalla Direzione Lavori:

- in officina, a lavorazione ultimata:
 - • sabbiatura di tutte le superfici;
 - • applicazione dello strato di primer;
 - • applicazione dello strato intermedio;
- in opera, ad avvenuto completamente del montaggio:
 - • spazzolatura dei punti da ritoccare;
 - • ritocchi sullo strato di primer;
 - • applicazione dello strato di finitura.

Accettazione dei prodotti vernicianti – Garanzie

Ad avvenuta consegna dei lavori e prima di dare corso ai cicli di verniciatura previsti, l'impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori campioni di tutti i prodotti vernicianti componenti i due cicli, con i relativi diluenti, in contenitori sigillati del peso di **0.500** daN cadauno, nel numero di **tre** per ogni prodotto.

Ciascun campione dovrà essere accompagnato da schede tecniche riportanti le caratteristiche di composizione ed applicazione del prodotto.

L'Impresa, a sua cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvederà a sottoporre i campioni a prova presso Laboratori di fiducia e verificarne la rispondenza ai requisiti richiesti.

Solo dopo che i laboratori avranno accertato tale rispondenza, la Direzione Lavori formalizzerà l'autorizzazione all'Impresa alla applicazione dei cicli, riservandosi di verificare in qualsiasi momento durante il corso dei lavori, sempre a spese dell'Impresa, la conformità dei prodotti impiegati, presenti a piè d'opera, ai campioni sottoposti a prova.

L'Impresa è tenuta a garantire la buona esecuzione dei lavori e la conservazione del ciclo applicato per un periodo di **7 (sette)** anni.

La decorrenza della suddetta garanzia inizierà alla data del certificato di ultimazione lavori con l'obbligo di gratuita manutenzione per tutto il periodo di garanzia.

Nel detto periodo l'impresa resta obbligata ad eseguire, a propria cura e spese, i ritocchi e quanto altro si rendesse necessario al fine di mantenere la verniciatura in condizioni di totale efficienza.

Se i lavori di ritocco eseguito nel periodo di garanzia supereranno il **20 (venti) %** della superficie totale, l'impresa sarà tenuta ad eseguire, a sua cura e spese, una totale successiva mano di verniciatura a conguaglio al fine di ripristinare il buon aspetto estetico dell'opera.

L'Impresa è tenuta inoltre a garantire la buona conservazione dello strato di primer zincante inorganico eseguito in officina per tutto il periodo intercorrente fino all'esecuzione dello strato intermedio e comunque per almeno un anno.

Preparazione delle superfici

Sabbiatura

Si procederà preliminarmente alla molatura di tutti gli spigoli per eliminare eventuali sbavature che potrebbero compromettere la continuità dello strato protettivo.

Successivamente saranno eliminate eventuali tracce di grasso da tutte le superfici.

Si effettuerà quindi la sabbiatura a metallo quasi bianco **di grado A Sa 2½ degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 10 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council); dovranno essere impiegati abrasivi fini per ottenere un profilo di incisione compreso tra 0,025 e 0,050 mm.**

A sabbiatura ultimata, prima di iniziare la verniciatura, si dovrà procedere alla completa esportazione di residui di ossidi, abrasivi e polvere.

Le superfici sabbiate tassativamente non dovranno essere inumidite prima dell'applicazione dello strato di primer che dovrà essere effettuata entro il termine di **8 (otto)** ore dalla sabbiatura, prima che venga a formarsi un qualsiasi principio di ruggine.

Qualora si verificassero formazioni di ruggine, la sabbiatura dovrà essere ripetuta a cura e spese dell'Impresa.

Spazzolatura

Ad ultimazione del montaggio in opera delle strutture in acciaio, si dovrà procedere alla sabbiatura delle saldature eventualmente eseguite in opera per renderle atte a ricevere il trattamento protettivo.

Si eseguirà quindi la spazzolatura delle superfici interessate da abrasioni, danneggiamenti, ecc., in preparazione dei ritocchi che dovranno essere fatti per ricostituire la continuità dello strato di primer e dello strato intermedio.

La spazzolatura, da effettuarsi con attrezzi meccanici, dovrà essere di grado C St 3 degli standard fotografici delle Svensk Standard SIS, secondo la specifica SP 3 delle Norme SSPC (Steel Structures Painting Council).

Prima di procedere alla verniciatura si dovrà procedere alla completa asportazione di ossidi e polveri.

Il trattamento di verniciatura mediante applicazione dello strato di primer dovrà essere effettuato entro il termine di **8 (otto)** ore dalla spazzolatura.

Ciclo di verniciatura

Il ciclo sarà composto da **3 (tre)**, rispettivamente di primer, intermedio e di finitura, oltre ai ritocchi in opera sul primer e sullo strato intermedio ad avvenuto completamente del montaggio delle strutture.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1° STRATO

Applicazione mediante airless dello strato di primer zincante inorganico bicomponente avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,080 mm
- contenuto solido ≥76%
- zinco metallico nel film secco ≥ 86%
- legante silicato di etile;
- peso specifico della miscela ≥ 2500 g/l
- temperatura minima di applicazione 260 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa ≥ 50%):

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
260 K	7 d
277 K	48 h

289 K	24 h
-------	------

2° STRATO

Applicazione mediante airless dello strato intermedio su tutte le superfici, a base epossipoliamminica modificata vinilica bicomponente, avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,080 mm
- contenuto solido $\geq 59\%$
- legante epossipoliamminico modificato
- peso specifico della miscela ≥ 1250 g/l
- temperatura minima di applicazione 283 K
- sovraverniciatura (con umidità relativa 30÷70%);

temperatura	tempi minimi di sovraverniciatura
283 K	24 d
289 K	12 h

3° STRATO

Applicazione mediante airless dello strato di finitura su tutte le superfici, a base poliuretano isocianico alifatico bicomponente, avente le seguenti caratteristiche:

- spessore del film secco 0,050 mm
- contenuto solido $\geq 57\%$
- legante poliuretano isocianico alifatico
- aspetto lucido;
- peso specifico della miscela ≥ 1200 g/l
- temperatura minima di applicazione 277 K

9. DIAFRAMMI E PALANCOLATE

9.1. Classificazione e definizioni

Tipologie

I lavori oggetto della presente sezione sono riferiti e classificati con riferimento alle seguenti tipologie di opere:

- Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera;
- Palancolati.

Definizioni

DIAFRAMMI

Per diaframma si intende un muro realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato. Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente. Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro. I giunti di un diaframma sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

PALANCOLATI

Un palancolato è un diaframma realizzato mediante infissione nel terreno di profilati metallici, di sezione generalmente a forma di U aperta, i cui bordi laterali, detti gargami, sono sagomati in modo da realizzare una opportuna guida all'infissione del profilato adiacente, disposto in posizione simmetricamente rovesciata. In genere le palancole metalliche vengono utilizzate per realizzare opere di sostegno provvisorio di scavi di modesta profondità. In questi casi le palancole vengono recuperate, estraendole mediante impiego di un vibratore. Meno frequente è l'impiego di palancole per realizzare opere di sostegno o di protezione a carattere definitivo. In questi casi possono essere talvolta utilizzate delle palancole in cemento armato, eventualmente precompresso con la tecnica dei fili aderenti, prefabbricate in stabilimento.

9.2. Normative di riferimento

- D.M. 14 gennaio 2008 NTC 2008
- UNI EN 10248-1:1997 - Palancole laminate a caldo di acciai non legati - Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10248-2:1997 - Palancole laminate a caldo di acciai non legati. Tolleranze dimensionali e di forma
- UNI EN 1993-5: 20070- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali e palancole
- UNI EN 10249-2:1997 31/07/1997 Palancole profilate a freddo di acciai non legati. Tolleranze dimensionali e di forma.
- UNI EN 1538:2002 01/05/2002 Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Diaframmi
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti

9.3. Prescrizioni tecniche particolari

Soggezioni geotecniche e ambientali

DIAFRAMMI

La perforazione «a secco», senza impiego di fanghi di stabilizzazione, non è di norma ammessa: in casi particolari potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione Lavori, solo in terreni uniformemente argillosi caratterizzati da valori della coesione non drenata C_u , che alla generica profondità di scavo H soddisfino la seguente condizione:

$$C_u > \gamma \cdot H/3$$

dove γ = peso di volume totale

La perforazione «a secco» è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro e dove non si abbia rigonfiamento delle argille. La perforazione a fango in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ($D_{10} > 4$ mm), può richiedere l'esecuzione preliminare di bonifiche o intasamenti.

La tenuta idraulica fra i diversi pannelli, ove richiesto dal progetto, dovrà essere ottenuta mediante idonei giunti da realizzare nelle posizioni di minor sollecitazione.

PALANCOLATI

L'Impresa Esecutrice dovrà comunicare alla Direzione Lavori le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni. Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parti I e II, 1975; parte IV, 1986) in merito ai limiti delle vibrazioni comunicando alla Direzione Lavori i provvedimenti che intende adottare nel caso del superamento dei limiti stessi.

La Direzione Lavori, a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa Esecutrice provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico della medesima Impresa Esecutrice.

Prove tecnologiche preliminari

L'Impresa Esecutrice dovrà comunicare, con debito anticipo, alla Direzione Lavori il tipo di attrezzature, i procedimenti operativi ed i principali dettagli esecutivi per la realizzazione di diaframmi e palancolati.

Se richiesto dalla Direzione Lavori, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e modalità sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Preparazione dei piani di lavoro

DIAFRAMMI

Piani di lavoro

Le attrezzature di perforazione e di servizio dovranno operare da un piano di lavoro preventivamente realizzato, in modo da evitare variazioni di assetto delle attrezzature durante il loro funzionamento. La quota dei piani di lavoro dovrà essere posta almeno 1.0 m sopra la massima quota dei livelli piezometrici delle falde acquifere (freatiche e/o artesiane) presenti nel terreno.

Cordoli guida

Gli assi longitudinali dei diaframmi saranno materializzati mediante coppie di cordoli-guida (corree), paralleli e contrapposti ad una distanza netta pari allo spessore nominale del diaframma, aumentato di 7 cm. con riferimento ai capisaldi plano-altimetrici di progetto. I cordoli saranno realizzati in conglomerato cementizio armato. Le dimensioni minime sono 0.35 x 0.80 m; l'armatura sarà continua ed il getto sarà fatto contro il terreno naturale. Nella realizzazione dei cordoli si avrà cura di posizionare con precisione le cassature metalliche, in modo da ottenere che la linea mediana delle corree non si discosti dalla posizione planimetrica del diaframma in misura superiore alla tolleranza ammessa. I cordoli hanno inoltre la funzione di guidare l'utensile di scavo, sostenere il terreno più superficiale e costituire un'adeguata vasca per le escursioni del livello del fango bentonitico durante l'introduzione dell'utensile di scavo. Particolare cura dovrà quindi essere posta nella loro esecuzione sia nei riguardi del tracciamento (quota superiore e direzione), sia per la loro verticalità, in quanto essi costituiscono l'elemento fondamentale per ogni riferimento del diaframma (quote ed allineamento). I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

Tolleranze

I diaframmi dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- posizione planimetrica dell'asse del diaframma rispetto alla linea mediana delle corree: ± 3 cm;
- quota di testa diaframma: ± 5 cm;
- profondità: ± 25 cm;
- verticalità assoluta: ± 1 %;
- complanarità dei giunti: ± 1 %.

Il rispetto della complanarità dei giunti comporta una limitazione nella tolleranza ammessa per la verticalità assoluta dei pannelli; se un pannello è discosto dell'1 %, il pannello adiacente deve essere discosto dalla verticale nella stessa direzione, oppure deve essere perfettamente verticale. Ad ultimazione dello scavo di ciascun pannello si dovrà procedere alla registrazione dell'inclinazione dello stesso a mezzo d'inclinometri applicati alle aste di perforazione; per garantire la complanarità dei pannelli, data la tendenza della benna d'inclinarsi in direzione dell'escavatore, sarà necessario

operare con gli escavatori sempre dalla stessa parte del diaframma. Per pannelli singoli, da utilizzare quali strutture di fondazione, si prescrivono le seguenti tolleranze:

- coordinate planimetriche: ±3
cm;
- verticalità: ±2 %;
- lunghezza: ±25
cm;
- quota di testa pannello: ±5
cm.

PALANCOLATI

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare; la loro quota dovrà consentire di aspettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

Si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica dell'asse mediano del palancolato: ±3
cm;
- verticalità: ±2 %;
- quota di testa ±5
cm;
- profondità: ±25
cm.

Qualora l'infissione risultasse ostacolata, l'Impresa Esecutrice, previo accordo della Direzione Lavori e previa verifica della congruità progettuale dell'opera, potrà limitare l'infissione a quote superiori, provvedendo al taglio della parte di palancola eccedente rispetto alla quota di testa prevista in progetto.

Materiali

ARMATURE METALLICHE

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pannelli saranno costituite da staffe esterne ai ferri longitudinali. Le armature verranno pre-assemblate fuori opere in "gabbie", i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con morsetti o mediante saldatura.

Al fine di irrigidire le gabbie d'armatura dovranno essere predisposti i necessari ferri diagonali, ad Ω , etc., atti a sollevare e trasportare le stesse. Di norma non è ammessa la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm. Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 6 cm rispetto allo spessore nominale dello scavo. Per i distanziatori in plastica, al fine di garantire la solidarietà col calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%. I centratori saranno posizionati sul perimetro del pannello a distanza di circa 3 metri. Ulteriori distanziatori saranno posizionati sulla faccia del pannello in modo tale che la spaziatura degli stessi, sia in orizzontale che in verticale, sia pari a circa 3 metri. E' ammessa la giunzione, con una sovrapposizione non inferiore a 40 diametri, mediante impiego di un adeguato numero di morsetti. Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine ed essere mantenute in posto, prima del getto senza che appoggino sul fondo dello scavo.

CONGLOMERATI CEMENTIZI

Classe e caratteristiche dei conglomerati cementizi

Saranno conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto

Caratteristiche dei componenti

- Cemento. il cemento impiegato deve essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.
- Inerti. La dimensione massima degli inerti dovrà essere tale che $D_{max}/2.5 < i_{min}$, dove i_{min} è il valore minimo del passo delle barre verticali. Gli inerti dovranno essere suddivisi in un numero di classi tale da garantire costantemente il rispetto della curva granulometrica definita dal progettista.

FANGHI BENTONITICI E/O BIODEGRADABILI

Per quanto concerne le caratteristiche della bentonite, le modalità di preparazione dei fanghi e le loro caratteristiche, così come per i controlli da eseguire sul fango, si rimanda alle prescrizioni del relativo articolo sui pali.

PALANCOLE METALLICHE

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.

PALANCOLE IN C.A. PREFABBRICATE

Le caratteristiche geometriche di queste palancole dovranno essere conformi a quanto indicato nei disegni di progetto. Di norma queste palancole dovranno essere prodotte in stabilimento utilizzando:

- calcestruzzo dosato con 350 kg/m^3 di cemento pozzolanico tipo 425, centrifugato;
- armatura in acciaio tipo Fe B44k controllato, ad aderenza migliorata. E' ammesso, se previsto da progetto, l'impiego di palancole a sezione cava.

L'armatura dovrà essere opportunamente staffata, con infittimento delle barre alla punta ed al calcio della palanca. Ove previsto da progetto, potrà essere adottata la precompressione con il sistema a fili aderenti.

In punta le palancole dovranno essere rinforzate mediante taglianti in acciaio di adeguati spessori e forme.

Modalità esecutive

DIAFRAMMI IN C.A. SCAVATI E GETTATI IN OPERA

Prescrizioni generali

Nella esecuzione dei diaframmi dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a realizzare l'opera conformemente ai requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda il rispetto della verticalità, la complanarità e l'impermeabilità dei giunti. Le attrezzature, gli utensili e le modalità di scavo dovranno essere definite dall'Impresa Esecutrice in modo da assicurare il raggiungimento delle profondità di progetto, l'attraversamento di eventuali strati di terreno lapidei o cementati, l'ammorsamento nel sub-strato roccioso, etc.. La distanza minima fra gli assi di due scavi attigui, in corso, appena ultimati o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire eventuali fenomeni di interazione. Qualora in fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del calcestruzzo, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarela solo nell'imminenza del getto. La perforazione a secco senza fanghi di stabilizzazione non è di norma ammessa, salvo, e previa informazione alla Direzione Lavori, il caso in cui si operi in terreni coesivi caratterizzati da valori della coesione non drenata $C_u > \gamma \cdot H/3$, esenti da intercalazioni incoerenti, non interessati da ingresso di acqua nello scavo e non rigonfiabili (γ = peso del volume totale).

Attrezzature

Escavatori. Le caratteristiche degli escavatori e delle gru di servizio dovranno essere scelti dall'Impresa Esecutrice in relazione alle capacità operative effettivamente necessarie per eseguire gli scavi ed i getti in conformità con le prescrizioni di progetto.

Benne mordenti. Le dimensioni delle benne mordenti dovranno corrispondere alle dimensioni nominali dei pannelli da scavare, a meno di prevedere lo scavo di pannelli multipli. Le benne mordenti possono essere a funzionamento idraulico o meccanico. Le benne possono essere manovrate mediante fune libera, o tramite aste di guida tipo Kelly. Le attrezzature Kelly possono essere del tipo monoblocco, o telescopico. Nei Kelly telescopici i dispositivi di battuta devono essere tali da evitare rotazioni relative tra le varie aste. L'ancoraggio dei Kelly sull'escavatore deve essere realizzato in modo da ridurre gli effetti di beccheggio dell'attrezzatura, conseguenti alla variazione di baricentro durante le manovre di scavo.

Idrofresa. Le frese idrauliche per lo scavo dei pannelli dovranno essere costituite da due ruote fresanti, dotate di opportuna dentatura, in movimento rotativo sincrono opposto. I tamburi fresanti saranno azionati da motori idraulici ad albero fisso e telaio ruotante inseriti al loro interno, oppure ad essi collegati con opportuni cinematismi. Il telaio della fresa idraulica dovrà contenere anche una pompa

per la circolazione del fango di perforazione, avente portata non inferiore a 120 l/sec e prevalenza adeguata a superare tutti i dislivelli e le perdite di carico esistenti tra il piano delle corree e l'impianto di recupero dei fanghi. Le dimensioni dell'idrofresa in pianta dovranno corrispondere a quelle dei pannelli da scavare; è ammessa l'esecuzione di pannelli multipli.

Impianto di depurazione e recupero di fanghi. L'Impresa Esecutrice dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentano di eliminare o ridurre le quantità di detrito trattenuto in sospensione. L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere il peso di volume del fango presente nello scavo entro i limiti seguenti:

- non superiore a 1.25 t/m^3 nel corso della perforazione;
- non superiore a 1.15 t/m^3 prima dell'inizio delle operazioni di getto.

La determinazione prima dell'inizio del getto dovrà essere eseguita su campioni prelevati con campionatore ad una quota di ca. 1 m superiore a quella di fondo del pannello. I dissabbiatori dovranno essere dotati di un vaglio vibrante in corrispondenza dell'arrivo della tubazione di mandata, di una pompa centrifuga per fanghi e di un numero adeguato di cicloni. E' richiesta una capacità minima di $100 \text{ m}^3/\text{ora}$ per ogni dissabbiatore. Numero e potenza dei dissabbiatori dovranno essere commisurati alle effettive necessità derivanti dai ritmi di perforazione delle attrezzature di scavo. Gli impianti di recupero dei fanghi asserviti alle idrofrese dovranno avere una capacità operativa commisurata alla pompa di aspirazione della fresa. Nel caso di scavo in terreni coesivi, a valle dei dissabbiatori dovrà essere prevista una centrifuga per la separazione delle frazioni fini inattive tenute in sospensione nel fango.

Perforazione

Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa Esecutrice fornirà i disegni costruttivi di cantiere, contenenti la planimetria con i pannelli numerati, indicando i primari ed i secondari, e la sequenza di esecuzione degli stessi.

Scavo con benna mordente. Lo scavo con benna mordente sarà eseguito in presenza di fango bentonitico in quiete. Le lunghezze dei singoli elementi di scavo (pannelli) dovranno essere indicate dall'impresa in funzione delle esigenze costruttive dell'opera, della natura del terreno, della profondità di scavo, della sicurezza delle opere adiacenti, e tenendo conto delle dimensioni caratteristiche degli attrezzi di scavo. In ogni caso, la lunghezza massima di ogni singolo pannello non potrà superare i 6 m. Durante la perforazione, il livello del fango dovrà costantemente essere mantenuto in prossimità del piano di lavoro. Nel caso di improvviso franamento, con o senza perdita di fango bentonitico, lo scavo verrà immediatamente riempito con calcestruzzo magro. Durante l'esecuzione dello scavo dovranno essere presi tutti gli accorgimenti ragionevoli al fine di prevenire la fuoriuscita del fango bentonitico al di là delle immediate vicinanze della zona di scavo. Al termine della perforazione si dovrà procedere all'accurata rimozione dei detriti rimasti sul fondo nonché alla sostituzione parziale od integrale del fango per ricondurlo alle caratteristiche prescritte per l'esecuzione del getto:

- il contenuto in sabbia del fango non dovrà essere superiore al 5%;
- la densità non potrà superare 1.15 t/m^3 .

In caso contrario, l'Impresa Esecutrice sostituirà parzialmente od integralmente il fango per ricondurlo alle caratteristiche richieste. Tipo e numero dei controlli saranno commisurati, per ogni pannello, al raggiungimento delle suddette prescrizioni.

Scavo con idrofresa. Nelle prime fasi di scavo è previsto l'utilizzo della benna mordente, almeno fino al raggiungimento della profondità necessaria per il funzionamento della pompa di circolazione del fango incorporata nell'idrofresa. La seconda attrezzatura (idrofresa) sarà impiegata in successione, per profondità di scavo superiori, fino al raggiungimento della quota di progetto. Le due attrezzature, dunque, costituiranno un unico gruppo di scavo. In relazione alla natura dei litotipi presenti, si potrà effettuare un pre-scavo oltre la profondità minima richiesta per l'innescò della circolazione inversa del fango bentonitico, ottimizzando i tempi di impiego delle due attrezzature ai fini di un corretto e rapido completamento dello scavo. Di norma l'impiego dell'idrofresa è da prevedersi nella realizzazione di diaframmi di grande profondità e/o che interessano sub-strati di consistenza litoide.

Controllo della verticalità

Per il controllo della verticalità dello scavo, e quindi dei pannelli, saranno utilizzati sistemi la cui precisione è commisurata alle profondità dei pannelli ed all'importanza dell'opera. Di norma potranno essere utilizzati inclinometri biassiali da fissare sull'utensile di scavo, in modo da avere il controllo della perforazione a varie profondità.

Poichè l'inclinometro non dà indicazioni circa l'eventuale rotazione del pannello, si provvederà, ove richiesto dalla Direzione Lavori, a misure più precise o integrative quali:

- rilievo della geometria del pannello mediante sonda ad ultrasuoni (tipo sistema KODEN);
- rilievo della rotazione mediante controllo della posizione delle funi di sospensione di un "pendolo" di massa non inferiore a 2000 kg, a forma di parallelepipedo a base quadrata, il cui lato è pari allo spessore del pannello meno 5 cm.

Sia la sonda che il pendolo saranno fatti discendere in corrispondenza delle estremità del pannello da misurare. Le misure saranno eseguite in risalita.

Dispositivi per la formazione dei giunti

Per la corretta formazione dei giunti, si utilizzeranno tubi-spalla di opportuna forma e dimensione:

- colonne semi-circolari;
- profilati piatti irrigiditi con colonne semi-circolari;
- "canne d'organo", etc..

Di norma i tubi spalla saranno messi in opera, controllandone la verticalità con sistemi ottici, non appena completata la perforazione, e per tutta la profondità del pannello. Ad avvenuta presa del getto si provvederà alla loro rimozione, utilizzando un opportuno estrattore a morsa idraulica; se necessario la superficie del tubo spalla potrà essere preventivamente trattata con vernici disarmanti. Si avrà cura di pulire adeguatamente i tubi spalla prima del loro impiego. Nello scavo dei pannelli adiacenti (pannelli secondari) si avrà cura di pulire con estrema cura l'impronta lasciata dal tubo-spalla, mediante opportuni raschiatori, la cui forma è ricalcata su quella del tubo spalla utilizzato. I raschiatori saranno utilizzati a fine perforazione fissandoli rigidamente sull'utensile di scavo. Qualora sia utilizzata l'idrofresa è possibile realizzare i giunti senza impiego dei tubi-spalla, provvedendo ad alesare i pannelli primari già gettati.

Armature

Completata la perforazione si provvederà alla posa in opera delle gabbie preassemblate, costruite in conformità con le specifiche di cui al precedente specifico punto.

Getto del calcestruzzo

Prima del getto si provvederà alla sostituzione del fango di perforazione fino al raggiungimento dei prescritti valori di contenuto in sabbia.

Per la rimonta del fango di perforazione da sostituire prima del getto, si potrà utilizzare uno dei seguenti sistemi:

- eiettore (air lifting);
- pompa sommersa per fanghi;
- pompa-vuoto applicata in testa al tubo-getto.

Nel caso di scavo con idrofresa l'eventuale dissabbiamento, se necessario, sarà condotto mantenendo l'utensile a fondo foro e prolungando la circolazione inversa del fango. Il getto del calcestruzzo avverrà impiegando il tubo di convogliamento. Esso sarà costituito da sezioni non più lunghe di 3.00 m di tubo in acciaio avente diametro interno 20-25 cm. L'interno del tubo sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature. Le giunzioni tra sezione e sezione saranno del tipo filettato, senza manicotto (filettatura in spessore) o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2.0 cm; sono escluse le giunzioni a flangia.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di almeno 0.5-0.6 m³, e mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo getto sarà eseguita una ulteriore misura del fondo foro; qualora lo spessore del deposito superi i 20 cm si provvederà all'estrazione della gabbia d'armatura ed alle operazioni di pulizia. Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione; al fine di evitare azioni di contaminazione/dilavamento del primo calcestruzzo gettato, prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da un involucro di carta riempito con vermiculite granulare o palline di polistirolo.

Durante il getto il tubo convogliatore sarà opportunamente manovrato per un'ampiezza di 20-30 cm, in modo da favorire l'uscita e la risalita del calcestruzzo.

Previa verifica del livello raggiunto utilizzando uno scandaglio metallico a fondo piatto, il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando un'immersione minima nel calcestruzzo di 2.5 m e massima di 6 m. All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di calcestruzzo pari a quello del tubo di getto e di almeno 3 o 4 m di pannello. E' prescritta una cadenza di getto non inferiore a 25 m³/ora. Il getto di un pannello dovrà comunque essere completato in un tempo tale che il calcestruzzo rimanga sempre lavorabile nella zona di defluimento. In presenza di pannelli di lunghezza superiore a 4 m, o forma tale da richiedere l'impiego di due o più tubi getto, questi dovranno essere alimentati in modo sincrono per assicurare la risalita

uniforme del calcestruzzo. Per nessuna ragione il getto dovrà venire sospeso prima del totale riempimento del pannello. A pannello riempito il getto sarà proseguito fino alla completa espulsione del calcestruzzo contaminato dal fango di bentonite.

Controlli e documentazione

Per ciascun pannello l'Impresa Esecutrice dovrà redigere una scheda indicante;

- data di esecuzione;
- numero progressivo del pannello;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- profondità di perforazione;
- informazioni relative alla stratigrafia locale;
- volumi e grafico del getto.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa Esecutrice procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti, concordandoli con Direzione Lavori.

PALANCOLATI

Prescrizioni generali

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perchè l'opera abbia, senza eccezioni, i requisiti progettuali, in particolare per quanto riguarda la verticalità, la complanarità ed il mutuo incastro degli elementi costitutivi, la capacità di resistere ai carichi laterali.

L'attrezzatura d'infissione e di estrazione avrà caratteristiche conformi a quanto definito dall'Impresa Esecutrice allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

Attrezzatura d'infissione ed estrazione

L'infissione sarà realizzata a percussione, utilizzando un battipalo, o tramite vibrazione, con apposito vibratore. L'estrazione sarà preferibilmente eseguita mediante vibrazione.

Il battipalo sarà di tipo scorrevole su una torre con guide fisse e perfetto allineamento verticale, con caratteristiche in accordo alle prescrizioni di progetto, se esistenti.

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente alla infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su una cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palanca da indesiderate deformazioni a danni. Per ogni attrezzatura l'Impresa Esecutrice dovrà fornire le seguenti informazioni:

- marca e tipo del battipalo;
- principio di funzionamento;
- energia massima di un colpo e relativa possibilità di regolazione;
- n. di colpi al minuto e relativa possibilità di regolazione;
- caratteristiche della cuffia o testa di battuta;
- peso del battipalo.

il vibratore sarà a masse eccentriche regolabili, a funzionamento idraulico o elettrico. Le caratteristiche dell'attrezzatura (momento di eccentricità, numero di vibrazioni al minuto, forza centrifuga all'avvio, ampiezza ed accelerazione del minimo) saranno scelte dall'Impresa Esecutrice in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Caratteristiche delle palancole

Le palancole saranno di tipo metallico o in cemento armato prefabbricate, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto; tipo e qualità dei materiali costituenti saranno invece corrispondenti a quanto definito nei precedenti specifici capitoli del presente articolo.

Infissione

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate. L'Impresa Esecutrice dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio della infissione stessa. L'infissione per battitura avverrà con l'uso di un battipalo perfettamente efficiente e proseguirà fino al raggiungimento della quota di progetto o fino al raggiungimento del rifiuto, che, se non diversamente indicato, sarà considerato raggiunto quando si misureranno, per 50 colpi di maglio, avanzamenti non superiori a 10 cm. L'Impresa Esecutrice potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua

in pressione per facilitare il superamento di livelli granulati addensati, procurando la discesa della palancola per peso proprio con l'ausilio di una modesta battitura. Modalità, pressioni e portata del getto devono essere comunicate alla Direzione Lavori. In caso di qualsiasi anomalia rilevata nel corso della infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa Esecutrice dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

Controlli e documentazione

Nel corso della infissione per battitura, verrà conteggiato il numero dei colpi per avanzamenti di 1 m. In corrispondenza degli ultimi metri, se richiesto dalla Direzione Lavori, si conteggerà il numero di colpi per l'infissione di tratte successive di 10 cm. Al termine della infissione, l'Impresa Esecutrice dovrà controllare la posizione piano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi. Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Impresa Esecutrice dovrà redigere una scheda indicante;

- n. progressivo della palancola;
- dati tecnici della attrezzatura;
- tempo necessario per l'infissione;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- tabella dei colpi per l'avanzamento (ove applicabile);
- note aggiuntive su eventuali anomalie o inconvenienti.

In presenza di anomalie o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, l'Impresa Esecutrice procederà al riesame della progettazione ed adotterà gli opportuni provvedimenti, concordandoli con la Direzione Lavori.

Estrazione

Le palancole appartenenti ad opere provvisorie saranno estratte associando tiro e vibrazione. Per la fase di estrazione si compilerà una scheda analoga a quella descritta per l'infissione. A estrazione avvenuta, la palancola sarà esaminata ed il suo stato brevemente descritto, annotando la presenza di distorsioni, deformazioni o danni.

9.4. Prescrizioni ed oneri generali

- Prima dell'inizio dei lavori l'Impresa Esecutrice dovrà presentare alla Direzione Lavori una planimetria riportante la posizione di tutti i pannelli costituenti i diaframmi, inclusi quelli di prova, ciascun pannello dovrà essere identificato da un numero progressivo. Analoga procedura dovrà essere adottata nel caso di palancolati.
- Sarà cura dell'Impresa Esecutrice provvedere alle indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che potrebbero interferire con i diaframmi o con le palancole da infiggere. Sarà cura dell'Impresa Esecutrice provvedere alle eventuali opere di deviazione e/o di rimozione di tali ostacoli prima di dare corso alle attività di scavo e/o di infissione.
- L'Impresa Esecutrice dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'Impresa Esecutrice selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni.
- Sarà cura dell'Impresa Esecutrice adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo ed infissione. Sarà altresì cura dell'Impresa Esecutrice evitare che le operazioni di infissione possano arrecare danno, per effetto di vibrazione e/o spostamenti di materie, ad opere e manufatti preesistenti.
- Sarà cura dell'Impresa Esecutrice provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni comunque connesse con l'installazione di diaframmi e palancolati.
- Sarà cura dell'Impresa Esecutrice far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato e dalle Specifiche di Controllo Qualità, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche previste da progetto.

- Saranno a carico dell'Impresa Esecutrice tutti gli oneri legati alla rimozione delle palancole, nonché quelli relativi alle perdite eventuali di palancole che non potranno a qualsiasi titolo essere recuperati.
- Saranno a carico dell'Impresa Esecutrice tutti gli oneri e i costi connessi alla realizzazione di tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti.

9.5. Controlli di qualità

Le modalità e la incidenza dei controlli di qualità da eseguire su diaframmi e palancole sono definite nella Specifica di Controllo Qualità redatta dal progettista.

Per quanto concerne i controlli, da eseguire sui diaframmi, basati su prove soniche, considerata la necessità di predisporre all'interno dei pannelli dei tubi di misura (1 o più tubi metallici aventi diametro interno non inferiore a 1 1/2"), l'Impresa Esecutrice prima dell'inizio delle attività dovrà individuare, in accordo con la Direzione Lavori, i pannelli da sottoporre a tale tipologia di controllo.

9.6. Prove di carico

Generalità

Nei paragrafi che seguono vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pannelli isolati di fondazione. Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali gravi deficienze esecutive;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema fondazione-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema fondazione terreno.

DEFINIZIONI

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pannelli facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna compromettere l'integrità; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 1.5 volte il carico di esercizio (P_{es});
- prove a carico limite le prove effettuate su pannelli appositamente predisposti all'esterno della fondazione, spinte fino a carichi di rottura del sistema pannello-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova (P_{max}) è in generale pari a 2.5-3 volte il carico di esercizio (P_{es}).

NORMATIVA E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

Valgono le Norme già richiamate nel presente articolo ed inoltre le ASTM 01143-81: "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load".

SCelta DEI PANNELLI DI PROVA

Il numero e l'ubicazione dei pannelli da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi, dei dati geotecnici disponibili e del grado di omogeneità del terreno. L'Impresa Esecutrice, comunque, dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1 % dei pannelli e comunque almeno un pannello per ogni opera. Le caratteristiche dei pannelli di prova (lunghezza, dimensioni, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, etc.) devono essere del tutto simili a quelli delle fondazioni dimensionate in fase di progetto.

Prove di carico assiale

DEFINIZIONI DEI CARICHI DI PROVA

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista in relazione alle finalità della prova stessa. Di norma il massimo carico di prova P_{prova} , sarà:

- $P_{prova} = 1.5 \cdot P_{esercizio}$;
- $P_{prova} = P_{lim}$.

ove con P_{lim} si indica la portata limite dell'insieme fondazione-terreno.

ATTREZZATURA E DISPOSITIVO DI PROVA

Dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa >200 mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto agli assi del pannello. I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente (< 3 mesi).

Nel caso di impiego di più martinetti occorre che:

- i martinetti siano uguali;
- l'alimentazione del circuito idraulico sia unica.

La reazione di contrasto sarà di norma ottenuta tramite una zavorra la cui massa M dovrà essere non inferiore a 1.2 volte la massa equivalente al massimo carico di prova:

$$M > 1.2 \cdot P_{\text{prova}} / g = 0.12 \cdot P_{\text{prova}}$$

La zavorra sarà sostenuta con una struttura costituita da una trave metallica di adeguata rigidità sul cui estradosso, tramite una serie di traversi di ripartizione, vanno posizionati blocchi di cls o roccia. In alternativa la zavorra potrà essere sostituita con:

- pannelli di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

In questi casi si avrà cura di ubicare i pannelli o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal pannello di prova (minimo 5 metri). Qualora sia richiesto l'uso di una centralina oleodinamica preposta a fornire al/ai martinetti la pressione necessaria, questa dovrà essere di tipo sufficientemente automatizzato per poter impostare il carico con la velocità richiesta, variarla in caso di necessità e mantenere costante il carico durante le soste programmate. Per realizzare ciò si può disporre di un sistema di comando costituito da un pannello di facile utilizzo (oppure di una tastiera collegata all'eventuale microprocessore di controllo); per misurare il carico applicato alla testa del pannello si interporrà tra il martinetto di spinta ed il pannello una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici con opportuno fondo scala. Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al pannello verrà determinato in base alla pressione fornita ai martinetti misurata con un manometro oppure, dove previsto, misurata con continuità da un trasduttore di pressione collegato al sistema di acquisizione automatico e, in parallelo, con un manometro. Il manometro ed il trasduttore di pressione, se utilizzati, dovranno essere corredati da un rapporto di taratura rilasciato da non più di 3 mesi da un laboratorio ufficiale. Lo strumento di misura dovrà avere fondo scala e precisione adeguati e non inferiore ai 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico. Il quadrante del manometro dovrà avere tacche di divisione adeguate all'agevole lettura con la precisione richiesta. E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante (± 20 kN) il carico applicato sul pannello, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del pannello.

Dispositivi per la misura dei cedimenti

Saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a $\sim 120^\circ$ intorno all'asse verticale del pannello. Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 5 metri dal pannello. Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti. Preliminarmente all'esecuzione delle prove saranno eseguiti cicli di misure allo scopo di determinare l'influenza delle variazioni termiche e/o di eventuali altre cause di disturbo. Dette misure, compreso anche il rilievo della temperatura, saranno effettuate per un periodo di 24 ore con frequenze di 2 ore circa.

PREPARAZIONE DELLA PROVA

Preparazione dei pannelli da sottoporre a prova

I pannelli prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di ~ 50 cm. Nel tratto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a 120° , per la successiva opposizione dei micrometri. Sopra la testa regolarizzata si stenderà uno strato di sabbia di circa 3 cm di spessore, oppure una lastra di piombo. Si provvederà quindi a poggiare una piastra metallica di ripartizione del carico di adeguata superficie, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere preliminarmente posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 metri dall'asse del pannello. L'altezza dei due appoggi deve essere sufficiente a consentire il posizionamento dei martinetti e dei relativi centratori e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. In ogni caso l'altezza deve essere tale da consentire le operazioni di lettura con sufficiente agio ($h_{\text{min}} = 1.5$ m). Tra i martinetti e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone. Questo dispositivo può essere realizzato mediante un giunto a rotula, costituito da una sfera di acciaio ϕ 50 mm circa, inserita entro due piastre metalliche dotate di opportune cavità porta-sfera. Gli stessi

accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pannelli o tiranti di ancoraggio.

Programma di carico

Il programma di carico sarà definitivo di volta in volta, in relazione alla finalità della prova. Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede due cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

- Applicazione di “n” ($n > 4$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{es} .
- In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:
 $t=0$ (applicazione del carico);
 $t=2'$;
 $t=4'$;
 $t=8'$;
 $t=15'$.
 Si proseguirà quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore. Il cedimento è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la seguente condizione tra due misure successive ($\delta t = 15'$):
 $\delta s < 0.025 \text{ mm}$.
- Per il livello corrispondente a P_{es} il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a $t=0$, $t=5'$, $t=10'$, $t=15'$.

Allo scarico le letture verranno eseguite anche a $t=30'$, $t=45'$ e $t=60'$.

2° CICLO

- Applicazione di “m” ($m > 9$) gradini di carico successivi, di entità pari a δP , fino a raggiungere il carico P_{prova} (o P_{lim}).
- In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al corrispondente punto del 1° ciclo.
- Il carico P_{prova} quando è minore di P_{lim} sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il pannello sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità $3 \cdot \delta P$) con misure a $t=0$, $t=5'$, $t=10'$ e $t=15'$. A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a $t=60'$.

Si considererà raggiunto il carico limite P_{lim} e conseguentemente si interromperà la prova, allorché risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento (P_{lim}) $> 2 \cdot$ cedimento ($P_{lim} - \delta P$)
- cedimento (P_{lim}) $> 0.10 \cdot s$

ove s indica lo spessore del pannello.

Documentazione delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del pannello;
- l'orario di ogni singola operazione;
- la temperatura;
- il carico applicato;
- il tempo progressivo di applicazione del carico;
- le corrispondenti misure di ogni comparatore;
- i relativi valori medi;
- le note ed osservazioni.

Le tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento costituiranno il verbale della prova.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento con le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; (Sono richieste anche le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale di cantiere -“verbale”);
- diagrammi carichi-cedimenti finali per ciascun comparatore e per il valore medio;

- diagrammi carichi-cedimenti (a carico costante) per ciascun comparatore e per il valore medio;
- numero di identificazione e caratteristiche nominali del pannello (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione;
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione, scheda tecnica del pannello, preparata all'atto dell'esecuzione.

Prove di carico laterale

Queste prove sono da prevedersi nei casi in cui ai pannelli di fondazione è affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pannelli da sottoporre a prova sarà definito dal progettista. Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale, salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un pannello di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 m. Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidezza.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pannelli. Si utilizzeranno per ciascun pannello 2 coppie di comparatori centesimali fissati alla stessa quota; la prima coppia sarà disposta in posizione frontale rispetto alla direzione di carico; la seconda coppia sarà disposta in corrispondenza dell'asse trasversale alla direzione di carico.

Prove di carico su pannelli strumentati

GENERALITÀ

Quando richiesto, le prove di carico, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del pannello, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione delle sollecitazioni e/o delle deformazioni con la profondità. Pertanto dovrà essere predisposta una adeguata strumentazione lungo il pannello, e anche alla base del pannello stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nei paragrafi precedenti.

Per i pannelli strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per constatare eventuali guasti dovuti alle operazioni di realizzazione del pannello.

Ulteriori controlli con registrazione dei dati verranno eseguiti a 7, 14 e 28 giorni ed immediatamente prima della prova di carico. Quest'ultima costituirà la misura di origine per le successive letture.

STRUMENTAZIONE PER LE PROVE DI CARICO ASSIALE

Strumentazione lungo il fusto del pannello

Il numero e l'ubicazione delle sezioni strumentate sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 3 sezioni strumentate. Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del pannello, esternamente al terreno. Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al disopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del pannello si procederà ad isolare il pannello dal terreno sovrastante fino alla quota della sezione strumentata di testa; in questo caso la sezione strumentata di testa sarà posizionata il più vicino possibile al piano lavoro. Le dimensioni geometriche di questa sezione strumentata dovranno essere accuratamente misurate prima delle prove. Tale sezione consentirà di avere indicazioni sul modulo del calcestruzzo in corrispondenza dei vari gradini di carico e sarà di riferimento per il comportamento di tutte le altre. Ogni sezione strumentata sarà costituita da almeno 4 estensimetri elettrici disposti ai vertici della sezione. Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo. Esse saranno corredate di rapporto di taratura lasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

Strumentazione alla base del pannello

La sezione verrà ubicata a 1 metro circa dalla base del pannello; essa sarà strumentata mediante una o più celle di carico costituite da estensimetri elettrici. La misura degli spostamenti alla base del pannello verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del pannello. L'ancoraggio dello strumento sarà posizionato alla quota degli estensimetri elettrici e la misura sarà riportata in superficie mediante un'asta di acciaio rigida avente coefficiente di dilatazione termica comparabile con quello del calcestruzzo. Sarà eliminato il contatto con il calcestruzzo circostante mediante una tubazione rigida di acciaio di circa 1" di diametro esterno. Particolare cura sarà posta nel rendere minimo l'attrito tra asta interna e tubazione esterna utilizzando, ad esempio, distanziali di materiale antifrizione e altri sistemi analoghi, prestando attenzione ad usarne un numero sufficiente, ma non eccessivo. Occorrerà garantire una perfetta

tenuta tra l'ancoraggio ed il tubo esterno al fine di evitare intrusioni di calcestruzzo nell'intercapedine asta-tubo di protezione all'atto del getto, pena il non funzionamento dello strumento. Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del pannello. In questo punto verranno installati dei trasduttori di spostamento lineari con fondo scala di circa 20-30 mm e precisione dello 0.2% del fondo scala, per la misura in continuo degli spostamenti relativi fra il tubo di protezione (testa del pannello) e l'ancoraggio solidale alla base del pannello. La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

Metodologie d'installazione degli estensimetri elettrici

Gli estensimetri andranno fissati alle staffe dell'armatura e saranno dotati di barre di prolunga in acciaio da entrambi i lati non inferiori a 50 cm. Gli strumenti saranno adeguatamente protetti da possibili urti del tubo getto con rinforzi e protezioni in acciaio da definirsi sul posto. Tutti i cavi elettrici provenienti dagli estensimetri dovranno essere protetti dal diretto contatto meccanico con i ferri d'armatura, i quali non sempre sono privi di asperità che potrebbero incidere le guaine, alterandone il fattore di isolamento. Quest'ultima condizione può essere realizzata con diverse modalità; se ne riporta qui di seguito un esempio. I cavi singoli andranno protetti con tubazioni di PVC rinforzate sino alla testa del pannello o sino a confluire in tubi di acciaio verticali, in genere di circa 2" di diametro, ognuno dei quali provvede a proteggere un certo numero di cavi sino all'uscita dalla testa. Normalmente si farà in modo che le tubazioni da inserire nella gabbia siano simmetricamente disposte all'interno della sezione. L'uscita dei cavi dalla testa del pannello non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

STRUMENTAZIONE PER LE PROVE DI CARICO LATERALE

La strumentazione consisterà in almeno un tubo inclinometrico da inserire nel getto. Le modalità di misura saranno analoghe a quanto indicato nella Specifica di Controllo Qualità relativamente ai controlli da effettuare in fase di scavo.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pannelli sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

10. MICROPALI

10.1. Normativa di riferimento

- D.M. 14.01.08 – Norme tecniche per le costruzioni
- UNI EN 14199:2005 - Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Micropali
- UNI EN 10210-2:2006 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- UNI EN 10219-2:2006 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Parte 2: Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo
- ASTM D1143/D1143M - 07E1 - Standard Test Methods for Deep Foundations Under Static Axial Compressive Load
- UNI EN 1537:2002 - Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Tiranti di ancoraggio

10.2. Definizione e classificazione

Si definiscono micropali i pali trivellati di fondazione aventi diametro non maggiore di 300 mm con fusto costituito da malta o pasta di cemento gettata in opera e da idonea armatura di acciaio.

Modalità ammesse per la formazione del fusto:

- TIPO A) riempimento a gravità;
- TIPO B) riempimento a bassa pressione;
- TIPO C) iniezione ripetuta ad alta pressione.

10.3. Soggezioni geotecniche e idrologiche

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrologiche locali. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione dalle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Di tutte le prove e controlli eseguiti l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

La mancata presentazione della documentazione preliminare comporta la non autorizzazione all'inizio della esecuzione dei lavori, né verranno accettate eventuali lavorazioni svolte prima dell'approvazione delle modalità esecutive.

10.4. Prescrizioni ed oneri generali

Sarà cura dell'Impresa Esecutrice provvedere alle indagini necessarie ad accertare la eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (cunicoli, tubazioni, cavi, etc.) che possono interferire con i micropali da realizzare o che possano essere danneggiati o comunque arrecare danno durante l'effettuazione dei lavori. Tali indagini e le eventuali rimozioni e modifiche da eseguire dovranno in ogni caso essere effettuate prima dell'inizio delle operazioni di infissione o perforazione.

L'Impresa Esecutrice dovrà verificare e fare in modo che il numero, la potenza e la capacità operativa delle attrezzature siano tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti. Sarà altresì cura dell'Impresa Esecutrice selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni ed alle dimensioni dei micropali.

Nel caso in cui durante il corso dei lavori l'Impresa Esecutrice ritenga opportuno variare le metodologie esecutive precedentemente approvate, sarà sua cura effettuare le nuove prove tecnologiche preliminari eventualmente necessarie.

Sarà cura dell'Impresa Esecutrice apporre adeguati contrassegni, opportunamente spazati, su tutti gli elementi (tubi-forma, gabbie d'armatura, pali, funi, etc.) sui quali nelle differenti fasi di lavorazione è necessario effettuare delle misurazioni per verificare il livello di estrazione e quant'altro.

Sarà cura dell'Impresa Esecutrice adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalla vibrazione e dai rumori connessi con le attività di scavo. Sarà altresì cura

dell'Impresa Esecutrice evitare che l'installazione dei micropali arrechi danno, per effetto di vibrazione e/o spostamenti di materie, ai micropali adiacenti così come ad opere e manufatti preesistenti.

Sarà cura dell'Impresa Esecutrice provvedere all'immediato trasporto a rifiuto di tutti i materiali di risulta provenienti dalle perforazioni e dalle lavorazioni comunque connesse con la realizzazione dei micropali.

Sarà cura dell'Impresa Esecutrice far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari che in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato e dalle Specifiche di Controllo Qualità, così come quelli integrativi richiesti dalla Direzione Lavori, qualora si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche previste dal progetto.

10.5. Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di **5 cm**, salvo diverse indicazioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del **2 %** nel caso di micropali verticali;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del **4 %** nel caso di micropali sub-verticali (pendenza minore del 25% sulla verticale);
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del **6 %** nel caso di micropali inclinati (pendenza maggiore del 25% sulla verticale);
- la sezione dell'armatura metallica tubolare dovrà presentare tolleranze conformi ai disposti delle **UNI EN 10210-2** e **UNI EN 10219-2**;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.
- la quota della testa del micropalo non dovrà discostarsi da quella di progetto di **± 5 cm**.
- la lunghezza complessiva del micropalo non dovrà discostarsi da quella di progetto di **± 15 cm**.

Ogni micropalo che risultasse non conforme alle tolleranze qui stabilite dovrà essere idoneamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa.

10.6. Tracciamento

Prima di iniziare la perforazione si dovrà, a cura ed onere dell'Impresa, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'Impresa esecutrice, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

10.7. Perforazione

La perforazione, eseguita mediante rotazione o rotopercolazione in materie di qualsiasi natura e consistenza (inclusi murature, calcestruzzi, trovanti e roccia dura), anche in presenza d'acqua, deve essere in generale condotta con modalità ed utensili tali da consentire la regolarità delle successive operazioni di getto; in particolare dovrà essere minimizzato il disturbo del terreno nell'intorno del foro.

Il TIPO B) necessita che la perforazione sia eseguita con posa di rivestimento provvisorio per tutta la profondità del palo.

Per il TIPO A) e TIPO C) la perforazione potrà essere eseguita con o senza rivestimento provvisorio, a secco o con circolazione di acqua o di fango di cemento e bentonite naturale o polimeri biodegradabili, in funzione dell'attitudine delle formazioni attraversate a mantenere stabili le pareti del foro e previa approvazione della Direzione Lavori. La composizione delle miscele bentonitiche da utilizzarsi dovrà venire concordata ed approvata con la Direzione Lavori.

In ogni caso la perforazione sottofalda in terreni con strati o frazioni incoerenti medio-fini (sabbie, sabbie e limi) non dovrà essere eseguita con circolazione di aria, per evitare il violento emungimento della falda a seguito dell'effetto eiettore ed il conseguente dilavamento del terreno.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla Direzione Lavori, in terreni uniformemente argillosi, caratterizzati da valori della coesione non drenata C_u che alla generica profondità di scavo H soddisfino la condizione $C_u > \gamma \cdot H/3$, dove γ indica il peso di volume totale, o in ammassi rocciosi non particolarmente tenaci. La perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso di acqua nel foro, La perforazione a rotazione a secco, o con impiego di aria è invece raccomandata in terreni argillosi sovra consolidati.

Al termine della perforazione il foro dovrà essere accuratamente sgombrato dei detriti azionando il fluido di circolazione o l'utensile asportatore, senza operare con l'utensile disagregatore.

L'ordine di esecuzione dei pali nell'ambito di ciascun gruppo dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni con fori in corso di iniezione o in attesa di riempimento, ove occorra anche spostando la perforatrice su gruppi contigui prima di ultimare la perforazione dei micropali del gruppo in lavorazione.

10.8. Confezione e posa delle armature

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

Armature con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali e spirali aventi le caratteristiche previste dal D.M. 14.01.08. Esse saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione; la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante legature; tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale. In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici, disposti a intervalli longitudinali non superiori a 2,5 m., idonei ad assicurare il copriferro indicato nelle tavole grafiche di progetto (comunque non inferiore a 40 mm), in funzione della classe di esposizione prevista.

Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio delle caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto, senza saldatura longitudinale, del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati esterni o tramite saldatura. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'90% del [carico ultimo a compressione](#).

Nel caso in cui i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta, allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in filo d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto. Sul tubo, in corrispondenza di ciascuna valvola, saranno praticati almeno 2 fori ϕ 8 mm.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare il copriferro minimo indicato nelle tavole di progetto, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

10.9. Formazione del fusto del micropalo

La formazione del fusto dovrà iniziare in una fase immediatamente successiva alla perforazione di ciascun palo. In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e provvederà quindi alla pulizia del perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa delle armature e di getto della malta. In ogni caso non dovrà trascorrere più di un'ora tra il termine della perforazione e l'inizio del getto della malta. Fanno eccezione solo i micropali perforati interamente in roccia, senza presenza di franamenti e di acqua nel perforo.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei pali sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del micropalo non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

Riempimento a gravità

Il riempimento del perforo, dopo la posa delle armature dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10÷15 cm dal fondo e dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico. Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie scevra di

inclusioni e miscele con il fluido di perforazione. Si attenderà per accertare la necessità o meno di rimbocchi e si potrà quindi estrarre il tubo di convogliamento allorché il foro sarà intasato e stagnato. Eventuali rimbocchi da eseguire prima di raggiungere tale situazione vanno praticati esclusivamente tramite il tubo di convogliamento. Nel caso l'armatura sia tubolare, essa si potrà usare come tubo di convogliamento solo se il suo diametro interno non supera i 50 mm.; in caso contrario si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato, dotato di otturatore posizionato alla base del tubo di armatura del palo.

Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al punto precedente. Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0,5÷0,6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione alla parte rimasta nel terreno, previo rimboccamento dall'alto per riportare a livello la malta. Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento. In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5÷6 m. di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

Iniezione ripetuta ad alta pressione

L'iniezione avverrà con valvole tipo "manchette" disposte in numero di due al metro lineare. La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita come di seguito specificato.

Formazione della guaina

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare. Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rimbocchi di miscela cementizia. Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12÷24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio. Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata. Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto. Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito. L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage). I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto. Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di 12÷24 ore. Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Caratteristiche delle malte e paste cementizie da impiegare per la formazione dei micropali

I prodotti dovranno risultare conformi alle prescrizioni di UNI EN 14199 a cui si rimanda per i dettagli del caso.

Il rapporto acqua/cemento degli impasti dovrà comunque risultare non superiore a 0.5. La resistenza cubica R_{ck} degli impasti dovrà comunque risultare ≥ 30 MPa

L'inerte dovrà essere costituito:

- da sabbia fine lavata, per le malte dei micropali riempiti a gravità;
- da ceneri volanti o polverino di calcare, totalmente passanti al vaglio da 0,075 mm., per le paste dei micropali formati mediante iniezione in pressione.

Per garantire la resistenza richiesta e la necessaria lavorabilità e stabilità dell'impasto dovranno essere adottati i seguenti dosaggi minimi:

- per le malte, 600 daN di cemento 32,5 o 32,5 R tipo II A-L per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5 R tipo III o IV;

- per le paste, **900 daN** di cemento 32,5 o 32,5 R tipo II A-L per metro cubo di impasto, in condizioni di non aggressività del terreno o dell'acqua; in caso di condizioni di aggressività cemento 32,5 o 32,5R tipo III o IV.

Per una corretta posa in opera si potranno anche aggiungere fluidificanti non aeranti ed eventualmente bentonite, quest'ultima in misura non superiore al **4%** in peso del cemento.

10.10. Controlli e misure

Il controllo della profondità dei perfori, da valutare rispetto alla quota di sottopinto, verrà misurata in doppio modo:

1. in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;
2. in base alla lunghezza dell'armatura.

La differenza tra le due misure dovrà risultare ≤ 0.10 m; in caso contrario occorrerà procedere alla pulizia del fondo del foro, asportandone i detriti accumulatisi, dopo aver estratto l'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

1. nel caso di armature in barre longitudinali ad aderenza migliorata, in base alla rispondenza al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
2. nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione la Direzione Lavori si riserva la facoltà di far prelevare un campione di miscela per ogni micropalo e far effettuare sullo stesso misure di peso specifico e decantazione (bleeding). Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm^3 il peso specifico del cemento e $2,65 \text{ g/cm}^3$ quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria. Nelle prove di decantazione, l'acqua separata in 24 ore non dovrà superare il 3% in volume.

Con il campione di miscela saranno altresì confezionati cubetti da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione, nella misura di almeno **1 cubetto per ogni micropalo**. Per i micropali riempiti a gravità, la frequenza dei prelievi sarà pari ad **1 cubetto per ogni 10 micropali**.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle Normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

10.11. Prove di carico

Il numero di prove e l'entità del carico assiale di prova dovrà risultare conforme al disposto del § 6.4.3.7.2 del D.M. 14.01.08, anche considerato il disposto di § 9.3.2.3.2., § 9.3.2.3.3. di UNI EN 14199.

In entrambi i casi il numero di prove, direttamente correlate al numero di micropali realizzati, se non direttamente indicato dal progettista nelle tavole grafiche di progetto, andrà concordato con il Direttore dei Lavori, sentito anche il Collaudatore Strutturale.

Per le modalità di prova dei pali in compressione si potrà fare riferimento alla **ASTM D1143/D1143M - 07E1**. Per le modalità di prova dei pali in trazione ci si potrà riferire alla **UNI EN 1537**.

11. FOGNATURE CON TUBAZIONI IN PVC

11.1.1. Normativa di riferimento

11.1.2. Norme generali

- Circolare Ministero LL.PP. n° 11633 del 07/01/1974 - *“Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto”*;
- Delibera Ministero LL.PP. del 04/02/1977 – Allegato 4 (G.U. 21/02/1977 n° 48 suppl.) - *“Norme tecniche generali per la regolamentazione dell’installazione e dell’esercizio degli impianti di fognatura e depurazione”*;
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 04/03/1996 (G.U. 14/03/1996 n° 62) - *“Disposizioni in materia di risorse idriche”* Capitolo 8: *“Livelli minimi dei servizi che devono essere garantiti in ciascun ambito territoriale ottimale”* Paragrafo 8.3: *“Smaltimento”*;
- Decreto Ministero LL.PP. del 08/01/1997 n° 99 (G.U. 18/04/1997 n° 90) - *“Regolamento per la definizione dei criteri e del metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature”*;
- Circ. min. LL.PP. 24 febbraio 1998, n. 105/UPP: *“Nota esplicativa al decreto del Ministero dei lavori pubblici 8 gennaio 1997, n. 99, recante: Regolamento sui criteri e sul metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature”*;
- Decreto Legislativo 03/04/2006 n° 152 (G.U. 14/04/2006 n° 88 suppl.) - *“Norme in materia di difesa ambientale – Parte Terza: norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse idriche”*;
- Decreto Ministero LL.PP. del 12/12/1985 (G.U. 14/03/1986 n° 61) - *“Norme tecniche relative alle tubazioni”*;
- Circolare Ministero LL.PP. n° 27291 del 20/02/1986 - *“Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni”*.

11.1.3. Norme specifiche sulle tubazioni

- UNI 7448 - Tubi di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova;
- UNI 7449 - Raccordi e flange di PVC rigido (non plastificato). Metodi di prova;
- UNI EN 917/99 - Sistemi di tubazioni di materia plastica - Valvole di materiale termoplastico - Metodi di prova per la resistenza alla pressione interna ed alla tenuta;
- UNI EN 921 - Sistemi di tubazioni di materia plastica. Tubi di materiale termoplastico. Determinazione della resistenza alla pressione interna a temperatura costante.
- UNI EN 752/08 e seguenti - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Generalità e definizioni;
- UNI EN 1295-1/99 - Progetto strutturale di tubazioni interrato sottoposte a differenti condizioni di carico - Requisiti generali;
- UNI EN 1401-1/09 - sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema;
- UNI EN 1437/03 - Sistemi di tubazioni di materia plastica - Sistemi di tubazioni per fognature e scarichi interrati - Metodo di prova per la resistenza a cicli di temperatura combinati a carichi esterni;
- UNI EN 1456-1/02 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi in pressione interrati e fuori terra - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Specifiche per i componenti della tubazione e per il sistema.
- UNI 10968-1/05 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi interrati non a pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.
- UNI EN 13566-1/04 e seguenti - Sistemi di tubazioni di materia plastica per il ripristino di reti non in pressione di fognature e scarichi - Generalità.

- UNI EN 13598-1/06 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi e fognature interrati non in pressione - Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE) - Parte 1: Specifiche per raccordi ausiliari inclusi i pozzetti di ispezione poco profondi;
- UNI EN ISO 13845/02 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche - Giunti a bicchiere con guarnizioni di tenuta in elastomero per impiego con tubi di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) - Metodi di prova per la tenuta con pressione interna e con deflessione angolare;
- UNI EN ISO 13844/02 - Sistemi di tubazioni di materia plastica - Giunti a bicchiere di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) con guarnizioni di tenuta in elastomero per impiego con tubazioni di PVC-U - Metodo di prova per la tenuta a pressione negativa;

11.2. Tubi in PVC

11.2.1. Prescrizioni generali

Tutte le tubazioni e le modalità di posa in opera dovranno corrispondere alle prescrizioni indicate dal presente capitolato, alle specifiche espressamente richiamate nei relativi impianti di appartenenza ed alla normativa vigente in materia.

L'Appaltatore dovrà provvedere alla preparazione di disegni particolareggiati da integrare al progetto occorrenti alla definizione dei diametri, degli spessori e delle modalità esecutive.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, fornire degli elaborati grafici *as built* con le indicazioni dei percorsi effettivi di tutte le tubazioni.

In generale si dovrà ottimizzare il percorso delle tubazioni riducendo il più possibile il numero dei gomiti, giunti, cambiamenti di sezione e rendendo facilmente ispezionabili le zone in corrispondenza dei giunti, sifoni, pozzetti, ecc.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori; nel caso di giunzioni miste la Direzione Lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi. L'Appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera.

Le tubazioni dovranno essere provate prima della loro messa in funzione per garantire la perfetta tenuta delle stesse a cura e spese dell'impresa; nel caso si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità, queste dovranno essere riparate a spese dell'impresa.

Per verificare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione di tubi di qualunque genere, la esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra, i materiali e le tubazioni dovranno essere sottoposte a tutte le prove e verifiche di collaudo che la Direzione dei Lavori riterrà necessarie.

L'impresa esecutrice dovrà indicare la Ditta fornitrice la quale dovrà, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria officina agli incaricati della Direzione dei Lavori per la verifica della filiera di produzione.

I tubi, i pezzi speciali e gli apparecchi verranno presentati alla verifica in officina completamente ultimati, salvo i rivestimenti protettivi. L'Impresa dovrà procurare a sue cure e spese i mezzi e la mano d'opera necessari per eseguire le prove e verifiche di collaudo. La qualità del materiale impiegato sarà controllata ogni qualvolta la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario.

L'accettazione, la verifica e la posa in opera delle tubazioni debbono essere conformi alle vigenti normative in materia.

All'interno di ciascun tubo o pezzo speciale dovranno essere chiaramente con targhetta indelebile i seguenti dati:

- denominazione del fabbricante e la data di fabbricazione;
- il diametro interno, la pressione di esercizio e la massima pressione di prova in stabilimento;
- per le tubazioni in acciaio dovrà essere anche indicato:
- la lunghezza della tubazione;
- il peso del manufatto grezzo.

Le tubazioni in cloruro di polivinile saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70°C. I tubi in PVC devono essere realizzati con PVC-U (policloruro di vinile non plastificato) con aggiunta di additivi e contenuto di PVC non inferiore all'80% in massa per tubi e all'85% per i raccordi stampati.

I tubi in PVC rigido non plastificato ed i relativi pezzi speciali dovranno essere contrassegnati con il marchio IIP che ne assicura la conformità alle norme UNI.

Prima di procedere alla posa in opera, i tubi dovranno essere controllati uno ad uno per verificarne l'integrità ed individuare eventuali difetti.

11.2.2. Stoccaggio e movimentazione delle tubazioni

Movimentazione

La movimentazione dei tubi in cantiere sia in fase di carico che di scarico, dovrà essere adeguata alle caratteristiche ed alla lunghezza delle singole barre per evitare eventuali danneggiamenti, sia alla struttura stessa dei tubi che ai rivestimenti.

Si consiglia l'utilizzo di fasce o di funi che non vadano ad incidere le pareti del tubo e che sollevino il tubo in due (escludendo le estremità) o più punti della barra.

Dovrà essere assolutamente evitato:

- l'utilizzo di ganci che afferrino il tubo dall'interno;
- la possibilità di urto col terreno o altro per effetto di caduta;
- il traino delle barre a contatto del terreno o di corpi che ne ostacolano lo scorrimento;
- il sollevamento di forza della barra incastrata.

Nella movimentazione dei tubi e pezzi speciali, si dovrà evitare tassativamente che i tubi siano fatti strisciare per terra o sulle sponde dei mezzi di trasporto sia in fase di carico che in fase di scarico, sollevandoli, invece, ed appoggiandoli accuratamente, utilizzando ganci e/o imbracature opportunamente rivestite di materiale morbido per evitare danneggiamenti alle estremità e/o ai rivestimenti. qualora siano sospesi, di farli urtare contro corpi rigidi.

Non si dovrà lasciare mai cadere i tubi, aprire le ribalte laterali per il carico e lo scarico.

Lo scarico dei tubi dai mezzi di trasporto dovrà essere effettuato con tutte le precauzioni atte ad evitare danni di qualsiasi genere, sia alla struttura stessa dei tubi, che a rivestimenti.

Il rotolamento dei tubi a mano può essere consentito solo qualora i piani di rotolamento siano esenti da asperità ed il movimento sia controllato, per esempio con l'uso di cinghie. Nei tratti in pendenza, i tubi devono essere guidati con mezzi idonei, per impedire un rotolamento troppo veloce ed irregolare. Si deve impedire l'urto contro i materiali già scaricati. Infine, nel rotolamento si devono tenere a portata di mano dei ceppi bloccanti.

Qualora i tubi provengano imballati, essi devono essere scaricati, se possibile, prima di sciogliere gli imballi. All'apertura di questi, si dovrà evitare che i tubi degli strati più alti rotolino al suolo.

Gli apparecchi utilizzati per le operazioni di carico e scarico (escavatori, gru, ecc.) devono essere equipaggiati con dispositivi di sollevamento ed abbassamento graduale, in modo tale da impedire movimenti bruschi del carico.

L'agganciamento a mezzo gru dovrà essere eseguito utilizzando appositi ganci piatti rivestiti di gomma od a mezzo di opportune braghe di tela gommata di adeguata robustezza o con cinghie di nylon o canapa; in ogni caso sarà vietato l'aggancio a mezzo cappio di funi metalliche.

I dispositivi di presa ed alloggiamento del carico (colli di cigno, catene, cinghie, ecc.) devono essere realizzati ed applicati in modo tale da non compromettere la sicurezza e non danneggiare il materiale trasportato, in particolare alle estremità ed ai rivestimenti protettivi; a tal fine, le imbracature devono essere opportunamente rivestite di materiale morbido. È vietato utilizzare per il sollevamento ganci inseriti forando il vertice dei tubi. Non è ammesso applicare dispositivi di imbracatura ai denti del cucchiaio di escavatori e pale caricatrici.

In ogni caso, qualora si verificano danneggiamenti ai rivestimenti protettivi esterni, i punti danneggiati devono essere trattati con la stessa sostanza protettiva prima di calare il tubo nella fossa.

Nelle operazioni di carico e scarico, si devono osservare le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni ed in difetto le specifiche tecniche delle ditte costruttrici e delle associazioni di categoria. Gli operatori devono portare protezioni, come elmetto, guanti, scarpe rinforzate, ecc.

Sarà cura del personale addetto accertarsi che nessuno soste nella zona di pericolo.

Trasporto

Il mezzo di trasporto dovrà essere adatto al tipo di tubo trasportato. La superficie di carico dovrà essere libera da residui che possano favorire lo slittamento di tubi e pezzi speciali. A seconda del materiale con cui sono costituiti i tubi, questi possono presentare la superficie liscia e scivolosa, pertanto al fine di prevenire lo scivolamento durante il trasporto assicurare gli stessi con una rete.

I tubi verranno disposti sui mezzi di trasporto in orizzontale, parallelamente od ortogonalmente rispetto all'asse del veicolo, oppure in verticale. Nel trasporto ferroviario, si preferirà la disposizione parallela all'asse del veicolo.

Il carico deve essere assicurato mediante sponde, pezzi di legno, cunei e - in caso di necessità - mediante reggiature addizionali con catene di ancoraggio, cinghie o funi di acciaio. I mezzi per assicurare il carico devono essere applicati in modo tale da evitare sollecitazioni concentrate in punti singoli. Si dovrà fare attenzione che catene, cinghie e funi di acciaio siano ben tesi.

Nel caso di disposizione dei tubi in strati sovrapposti, i tubi dello strato superiore si devono collocare sopra tavole di legno squadrato, oppure nelle selle ricavate tra i tubi dello strato inferiore. Le tavole in legno devono essere disposte il più possibile una accanto all'altra ed assicurate con cunei anche nella parte inferiore. I cunei devono essere applicati alle tavole di legno in modo tale che non si possano muovere. Prima dell'uso, tavole e cunei devono essere accuratamente ispezionati.

Per evitare il danneggiamento delle estremità, a causa di vibrazione durante il trasporto, sarà opportuno supportare i tubi per tutta la loro lunghezza.

Accatastamento dei tubi in cantiere

L'accatastamento dei tubi in cantiere dovrà essere effettuato disponendo i tubi su un'area piana e stabile, protetta al fine di evitare pericoli di incendio, riparata dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo. L'altezza massima della catasta non deve generalmente superare i $1,50 \div 2,00$ m per evitare ai tubi deformazioni eccessive dovute al carico sovrastante. Limitatamente ai tubi di diametro esterno superiore a 500 mm è consigliabile armare internamente le estremità per evitare eccessive ovalizzazioni.

I tubi accatastati devono essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione devono, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo è indispensabile curare che i tubi siano in equilibrio ben stabile e sistemati in modo tale che non possa entrare terra o acqua di scorrimento per precipitazioni atmosferiche.

È consigliabile che la permanenza dei tubi sul ciglio dello scavo sia ridotta al minimo indispensabile.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisorie.

I tubi muniti di bicchiere devono essere accatastati interponendo appositi distanziatori, in modo che sia evitato il mutuo contatto tra i bicchieri, al fine di evitarne la deformazione. Per evitare che i bicchieri subiscano sollecitazioni, dovrà anche aversi cura che i tubi si appoggino l'uno all'altro lungo intere generatrici, disponendo i bicchieri alternativamente sistemati da una parte e dall'altra della catasta e sporgenti da essa.

Tutti i pezzi speciali devono essere depositati ed accatastati in modo tale da non essere danneggiati.

Deposito dei giunti, delle guarnizioni e degli accessori

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, devono essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi, entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

In particolare, le guarnizioni in gomma devono essere conservate entro i sacchi o le scatole in cui sono pervenute in cantiere, in luoghi freschi, secchi e la cui temperatura non superi $+ 20^{\circ}\text{C}$ e non scenda sotto $- 10^{\circ}\text{C}$.

Sfilamento dei tubi

I tubi devono essere sfilati lungo il tracciato seguendo criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, evitando pertanto qualsiasi manovra di strisciamento.

Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario curare che gli stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

Anche la stabilità della fossa di scavo non dovrà essere messa in pericolo dal materiale depositato; a tal fine, si deve lasciar libera una striscia di almeno 60 cm di larghezza lungo la fossa.

11.3. Scavi delle trincee, coordinamento altimetrico e rispetto delle livellette per la posa delle tubazioni

11.3.1. Generalità

Gli scavi per la posa in opera delle tubazioni devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire.

In corrispondenza delle giunzioni dei tubi e dei pezzi speciali devono praticarsi, entro lo scavo, bocchette o nicchie allo scopo di facilitare l'operazione di montaggio.

L'Appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche delle fognature esistenti alle quali la canalizzazione da costruire dovrà eventualmente collegarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa delle condotte od ai salti di fondo, prima dell'esecuzione dei relativi lavori, sarà necessaria l'autorizzazione della Direzione dei Lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate della pendenza di fondo e delle quote altimetriche, l'Appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della Direzione dei Lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Non sono ammesse contropendenze o livellette in piano: eventuali errori d'esecuzione della livelletta che, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori o del collaudatore, siano giudicati accettabili in quanto non pregiudicano la funzionalità delle opere, non daranno luogo all'applicazione di oneri a carico dell'Appaltatore.

Qualora invece detti errori di livelletta, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori o del collaudatore, dovessero pregiudicare la funzionalità delle opere, si applicheranno le penali previste dal presente capitolato.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici esistenti, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle loro fondazioni, integrato da sondaggi, tesi ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'Appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori ed a progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'Appaltatore - si sia dato corso secondo modalità consentite ed autorizzate dalla Direzione dei Lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Attraversamenti di manufatti

Nel caso si debbano attraversare dei manufatti, deve assolutamente evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei tubi agli incastri in dipendenza degli inevitabili anche lievi assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo lasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più prossimi.

Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove la canalizzazione interferisce con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi elettrici, telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'Appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa della canalizzazione, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e - se si tratta di acquedotti - protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della Direzione dei Lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare dalla fossa i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della Direzione dei Lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

Interferenze con corsi d'acqua

L'Appaltatore dovrà provvedere con diligenza, a sue cure e spese, salvo casi speciali stabiliti di volta in volta dalla Direzione dei Lavori, ad assicurare la continuità dei corsi d'acqua intersecati o interferenti con i lavori. A tal fine devono, se del caso, essere realizzati idonei canali, da mantenere convenientemente spurgati, lungo i quali far defluire le acque sino al luogo di smaltimento, evitando in tal modo l'allagamento degli scavi.

Non appena realizzate le opere, l'Appaltatore dovrà, sempre a sue cure e spese, provvedere con tutta sollecitudine a riattivare l'originario letto del corso d'acqua, eliminando i canali provvisori e ponendo in pristino stato il terreno interessato dagli stessi.

L'Appaltatore dovrà curare che, per effetto delle opere di convogliamento e smaltimento delle acque, non derivino danni a terzi; in ogni caso egli è tenuto a sollevare la stazione appaltante da ogni spesa per compensi che dovessero essere pagati e liti che avessero ad insorgere.

Realizzazione della fossa

Accorgimenti

L'impresa dovrà eseguire lo scavo con mezzi idonei, avendo la massima cura di:

- rispettare scrupolosamente le quote di progetto esecutivo indicate nei profili longitudinali;
- impedire con ogni mezzo il franamento delle pareti sia per evitare incidenti al personale, sia per non avere modifiche alla sezione di scavo e danneggiamenti alla tubazione eventualmente posata;
- eliminare, sia all'interno dello scavo sia negli immediati dintorni, eventuali radici il cui successivo sviluppo potrebbe danneggiare le condotte;
- provvedere nel modo migliore, alla raccolta e allontanamento delle acque meteoriche, nonché di quelle di falda e sorgive eventualmente incontrate;
- accumulare il materiale di scavo ad una distanza tale da consentire il libero movimento del personale e delle tubazioni onde evitare il pericolo di caduta di tale materiale ed in particolare di pietre sui manufatti già posati, avendo però anche cura di non ostacolare l'eventuale traffico di superficie.
- durante l'apertura di trincee in terreni eterogenei, collinari o montagnosi dovrà premunirsi da eventuali smottamenti o slittamenti mediante opportune opere di sostegno e di ancoraggio.

Se si ha motivo di ritenere che l'acqua di falda eventualmente presente nello scavo possa determinare una instabilità del terreno di posa e dei manufatti in muratura, occorre consolidare il terreno circostante con opere di drenaggio che agiscano sotto il livello dello scavo, in modo da evitare, in definitiva, che l'acqua di falda possa provocare spostamenti del materiale di rinterro che circonda il

tubo. La larghezza dello scavo dovrà essere sufficiente per permettere una sistemazione corretta del fondo ed un agevole collegamento dei diversi elementi della tubazione.

Opere provvisionali

Le pareti delle fosse devono essere armate in modo compatto, senza lacune, con armatura orizzontale o verticale, realizzata mediante tecniche corrette rispettando le indicazioni specifiche della Direzione dei Lavori e le norme antinfortunistiche e di sicurezza vigenti (Decreto Legislativo del 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"). A giudizio della Direzione dei Lavori, potrà essere evitata unicamente l'armatura di fosse poco profonde, purché scavate in suoli naturali compatti ed all'esterno di strade che rimangono aperte al traffico.

Gli spazi cavi tra l'armatura e le pareti dello scavo devono essere riempiti con materiali granulari fini (sabbia-ghiaietto), per assicurare un appoggio ineccepibile.

Nell'esecuzione degli scavi in trincea, l'Appaltatore - senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso - dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal Direttore dei Lavori. Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'elenco stabilisce in funzione delle varie profondità - l'Appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile. La suola della fossa deve essere realizzata conformemente alla pendenza di progetto, avendo cura di ripristinare l'originaria portanza del terreno smosso, mediante adeguato costipamento. Se il condotto viene posato direttamente sulla suola e ricalzato, dovrà prestarsi attenzione che la suola non abbia una compattezza superiore a quella del ricalzo.

Se sul fondo della fossa affiora suolo di tipo legante, dovrà essere temporaneamente difeso dall'imbibizione, che provocherebbe rammollimento. Lo strato protettivo dovrà essere allontanato immediatamente prima di costruire la canalizzazione.

Aggottamenti

Le canalizzazioni saranno costruite mantenendo il piano di posa costantemente all'asciutto. Pertanto, in caso di immissione e successivo ristagno nella fossa di scavo di acque superficiali o sorgive, ovvero nel caso in cui la suola della fossa si trovi ad una quota inferiore al livello della falda freatica, si dovrà provvedere alle necessarie opere di aggottamento o abbassamento della falda.

Va tuttavia precisato che, poiché gli scavi devono di norma essere eseguiti da valle verso monte, per consentire lo smaltimento a deflusso naturale delle acque entrate nella fossa, quando tale smaltimento, data la natura del suolo, sia possibile senza ristagni, l'Appaltatore non avrà diritto ad alcun particolare compenso per aggottamenti. Parimenti, quando l'Appaltatore non assuma i provvedimenti atti ad evitare il recapito di acque superficiali nelle fosse di scavo, l'aggottamento in caso di ristagno sarà a totale suo carico.

La posa in opera di condotte in presenza d'acqua di falda richiede che si proceda, nel tratto interessato dal lavoro, all'abbassamento del livello al di sotto del fondo dello scavo stesso con un sistema di drenaggio.

Quando la canalizzazione sia interessata da forti oscillazioni del livello freatico, i lavori devono di norma essere concentrati nella stagione in cui la falda freatica che attraversa la fossa ha il livello minimo, eccettuati diversi ordini scritti della Direzione dei Lavori.

Il sistema delle opere di aggottamento o di abbassamento artificiale della falda freatica dovrà essere scelto dall'Appaltatore in funzione delle caratteristiche di permeabilità del suolo e del livello della falda freatica, mettendo a disposizione i mezzi occorrenti. Tuttavia la Direzione dei Lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, la località d'impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento. L'impresa è obbligata a adoperare motori e pompe di buon rendimento, nonché ad assumere tutti i provvedimenti atti a mantenerlo tale per tutta la durata dell'impiego.

Sono a carico dell'impresa, oltre alle necessarie analisi delle caratteristiche di permeabilità del suolo e prospezioni per determinare il livello della falda freatica - da effettuare prima dell'inizio dei lavori - le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prestazioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizio, smontaggio - da un punto all'altro dei lavori - dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine. Si intendono pure già remunerati con i compensi stabiliti dall'elenco per i noli delle pompe: il noleggio, la posa, e lo sgombero dei tubi d'aspirazione e di quelli necessari all'allontanamento dell'acqua aspirata dalle pompe fino allo scarico, nei limiti tuttavia d'un percorso totale di 30,00 m. Tali compensi saranno commisurati alle ore di effettivo lavoro, con deduzione delle interruzioni, qualunque ne sia la causa; essi si intendono invariabili, anche per prestazioni in ore notturne e festive.

Nel caso in cui fosse necessario un funzionamento continuo degli impianti di aggettamento, l'impresa - a richiesta della Direzione dei Lavori e senza alcun particolare compenso oltre quelli stabiliti dall'elenco prezzi - dovrà procedere all'esecuzione delle opere con due turni giornalieri e con squadre rafforzate, allo scopo di abbreviare al massimo i tempi di funzionamento degli impianti.

L'impresa sarà inoltre tenuta responsabile di ogni eventuale danno e maggiore spesa conseguenti all'arresto degli impianti di aggettamento, nonché del rallentamento dei lavori per detto motivo.

In tutti i lavori di aggettamento, si deve prestare attenzione a non asportare con l'acqua pompata particelle di terra, per non compromettere la resistenza del suolo. In ogni caso, a lavori ultimati, l'Impresa dovrà provvedere, a sue cure e spese, alla pulizia dei condotti utilizzati per lo smaltimento delle acque pompate.

In caso di necessità l'Appaltatore dovrà ricorrere a sistemi di impermeabilizzazione.

Materiali di risulta

Senza che ciò dia diritto a pretendere maggiorazioni sui prezzi d'elenco, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione dei Lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, devono essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

In particolare, l'Appaltatore dovrà realizzare una tempestiva intesa con l'autorità stradale competente, al fine di identificare le modalità ed i luoghi più idonei per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare per il successivo ripristino della massicciata stradale.

Di norma, i materiali scavati che risultino idonei per il rinterro devono essere depositati a lato della fossa, sempreché sia disponibile la superficie necessaria, in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.

Il materiale scavato dovrà essere accumulato con un'inclinazione corrispondente all'angolo di scarpa naturale. In generale devono essere adottati tutti gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a cure e spese dell'Appaltatore.

Tra lo spigolo superiore della fossa ed il piede della scarpata del materiale di risulta, si deve mantenere libera una striscia sufficiente, come corsia dell'escavatore e per il trasporto dei materiali.

Nel deposito dei materiali di risulta, si deve prestare attenzione a non coprire gli idranti, i pozzetti d'ispezione ai condotti dei servizi pubblici sotterranei, i pozzetti per le acque di pioggia stradali e manufatti simili.

Nel caso in cui i cumuli dei materiali di risulta siano adiacenti ad alberature stradali, i tronchi degli alberi devono essere protetti con tavole di legno.

Di norma, i materiali occorrenti per la canalizzazione ed i materiali da riutilizzare per la massicciata stradale devono essere accatastati sul lato della fossa opposto a quello ove vengono realizzati i cumuli per il rinterro, avendo cura di mantenere libera una striscia sufficiente per il trasporto dei materiali lungo la fossa.

I materiali di risulta esuberanti e quelli non adatti al rinterro devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a scarica senza deposito intermedio. Qualora, in particolare su strade strette, non sia possibile l'accumulo dei materiali di scavo accanto alla fossa, i materiali idonei al reimpiego devono essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto e portati ad un deposito intermedio, prescritto o comunque accettato dalla Direzione dei Lavori, ovvero al rinterro dei tronchi di canalizzazione già ultimati.

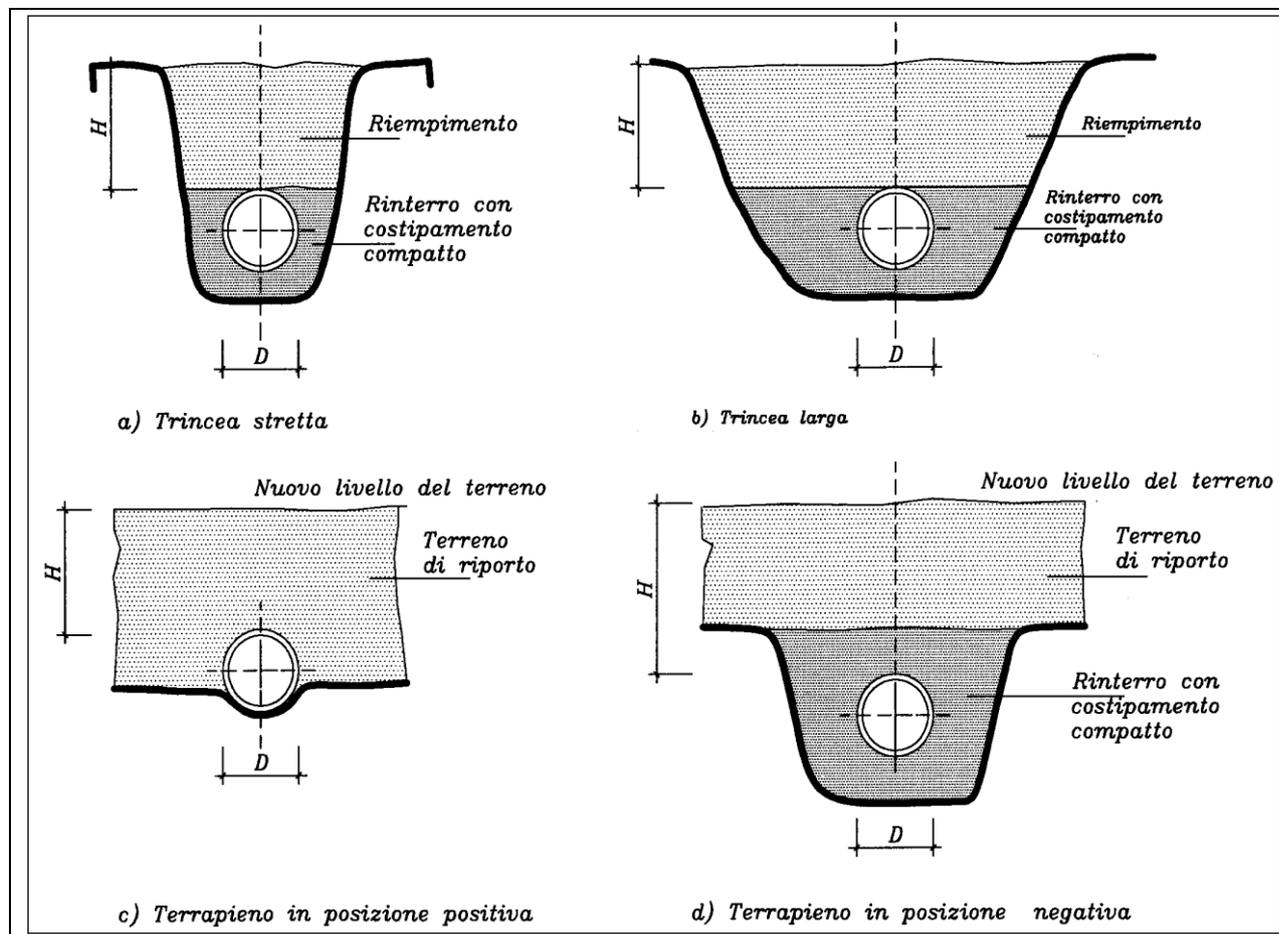
Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

- a) *Trincea stretta*. È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC, in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto;
- b) *Trincea larga*. Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta.
- c) *Terrapieno (posizione positiva)*. La sommità del tubo sporge sul livello naturale del terreno. L'assenza di fianchi, anche naturali, nello scavo ed il relativo cedimento del terreno, impediscono normalmente la possibilità di impiegare questo metodo nel caso di carichi pesanti.

- d) *Terrapieno (posizione negativa)*. La tubazione è sistemata ad un livello inferiore a quello naturale del terreno. A motivo di una frizione piuttosto modesta in atto fra il materiale di riempimento sistemato a terrapieno ed i fianchi naturali dello scavo, il tubo può sopportare carichi leggermente superiori a quelli della posizione positiva, ma in ogni caso inferiori a quelli supportabili nelle sistemazioni a trincea stretta e trincea larga.

La larghezza del fondo della trincea dovrà essere non inferiore a $(D+0,40 \cdot D)$ m.



Tipologie di trincee

11.3.2. Letto di posa

Appoggio su suoli naturali

Il supporto può essere realizzato dallo stesso suolo naturale affiorante sul fondo della fossa, purché questo abbia densità almeno pari a quella del supporto in sabbia o ghiaia-sabbia di riporto.

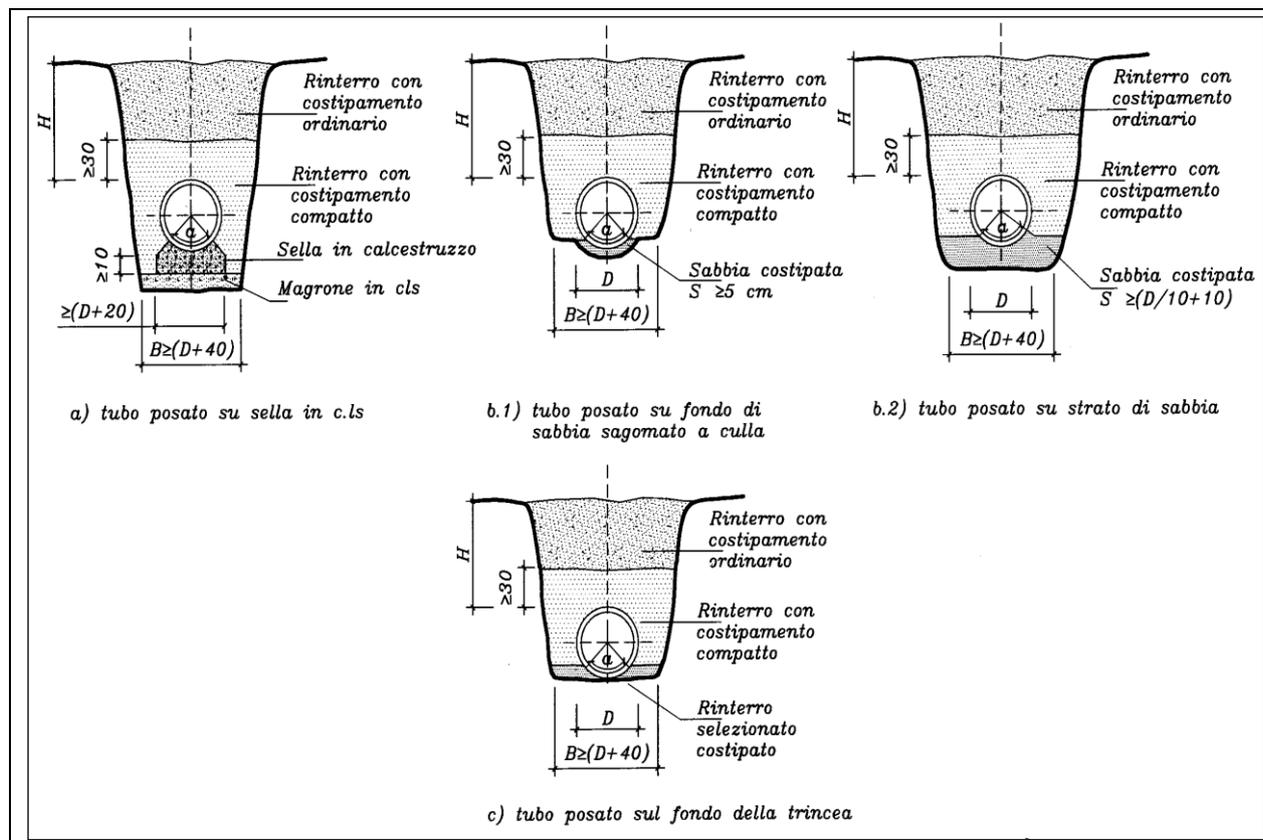
Questa soluzione sarà adottata preferibilmente quando il suolo ha natura non legante, con granulometria massima inferiore a 20 mm. Con tubi rigidi, sarà ammesso l'appoggio diretto anche su suoli costituiti da ghiaia grossa, purché la dimensione non superi la metà dello spessore della parete del condotto.

La superficie di posa sul fondo della fossa sarà accuratamente presagomata secondo la forma esterna dei condotti, in modo tale che questi appoggino esattamente per l'intera superficie corrispondente all'angolo di supporto, evitando appoggi in punti singoli o lungo linee.

Potrà essere altresì prescritto il rinalzo della condotta, sopra la sella d'appoggio sagomata, con materiale non legante costipato a strati, in modo tale da fargli acquisire una compattezza almeno pari a quella del suolo naturale sottostante. In questo modo di regola dovrà essere aumentato l'angolo di supporto.

In alternativa, la condotta potrà essere posata sul fondo della fossa piana, ossia non presagomata e rinalzata con materiale non legante costipato come nel caso precedente.

Come materiale per il rinalzo si possono usare sabbia e ghiaietto naturale fortemente sabbioso (percentuale di sabbia >15%) con granulometria massima pari a 20 mm, ovvero sabbia di frantumazione e pietrischetto con granulometria massima pari a 11 mm.



Esempi di letti di posa

Appoggio su materiale di riporto

Nel caso in cui sul fondo della fossa affiorino suoli inadatti per l'appoggio diretto (fortemente leganti od a granulometria troppo grossa), la suola deve essere approfondita per introdurre uno strato di supporto artificiale, costituito da terra adatta o calcestruzzo.

Come materiali di riporto sono adatti sabbia naturale, ghiaia fortemente sabbiosa (parte sabbiosa > 15%) con dimensione massima 20 mm, sabbia di frantumazione e pietrischetto con dimensione massima pari a 1/5 dello spessore minimo dello strato di supporto in corrispondenza della generatrice inferiore del condotto.

Con i suoli di compattezza media è sufficiente uno spessore minimo del supporto pari a $100 \text{ mm} + 1/10 \cdot D$. Con suoli molto compatti (per esempio rocciosi), per contrastare concentrazioni di carico sul fondo del condotto, quando questo ha diametro superiore a 500 mm, lo spessore minimo del supporto deve essere pari a $100 \text{ mm} + 1/5 \cdot D$, ovvero si deve prevedere un supporto in calcestruzzo.

Appoggio su calcestruzzo

Lo strato di supporto dei tubi rigidi dovrà essere realizzato in calcestruzzo quando il fondo della fossa ha forte pendenza o è possibile il dilavamento della sabbia per effetto drenante o il sottofondo è roccioso.

Lo spessore del supporto in calcestruzzo lungo la generatrice inferiore dei tubi senza piede sarà pari a $50 \text{ mm} + 1/10 \cdot D$ in mm, con un minimo di 100 mm. Inizialmente si realizzerà una soletta piana in calcestruzzo, sulla quale verranno sistemati i tubi, completando poi il supporto fino al previsto angolo di appoggio. Oppure il supporto in calcestruzzo verrà realizzato integralmente, con una sagoma corrispondente alla superficie esterna del tubo e questo verrà successivamente posato su malta fresca. Per i tubi con piede ci si limiterà a realizzare una soletta piana in calcestruzzo con uno spessore minimo uguale a quello del caso precedente. In ogni caso, fino all'indurimento del calcestruzzo, la fossa deve essere tenuta libera da acque di falda.

Nelle zone rocciose, quando non fosse possibile rendere liscio il fondo dello scavo o laddove la natura dei terreni lo rendesse opportuno, ed in ogni caso su disposizione della Direzione dei Lavori, le tubazioni saranno poste in opera con l'interposizione di apposito letto di sabbia (o di materiale arido a granulometria minuta) dell'altezza minima di $D/10+10$ cm (essendo D il diametro del tubo in cm) esteso a tutta la larghezza del cavo.

Modalità esecutive per la posa in opera

Controllo e pulizia dei tubi

Prima di procedere alla loro posa in opera, i tubi devono essere controllati uno ad uno per scoprire eventuali difetti o danni. Le code, i bicchieri, le guarnizioni devono essere integre.

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, giunto e/o pezzo speciale dovrà essere accuratamente controllato per scoprire eventuali rotture dovute a precedenti ed errate manipolazioni (trasporto, scarico, sfilamento), pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque altro materiale estraneo.

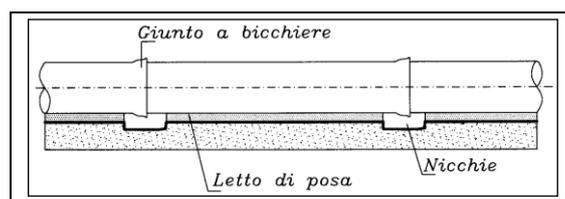
Quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera devono essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato soltanto l'eventuale rivestimento, si dovrà provvedere al suo ripristino.

Deve essere lubrificata l'estremità maschio per tutta la circonferenza, soprattutto nella zona dell'estremità arrotondata. Il lubrificante dovrà essere compatibile con la qualità della gomma.

Nicchie in corrispondenza dei giunti

Il sottofondo deve essere sagomato ed avere delle nicchie per l'alloggiamento delle giunzioni dei bicchieri, in corrispondenza dei giunti, onde evitare che la tubazione resti poggiata sui giunti stessi.

Le nicchie devono essere costruite dopo avere ultimato lo scavo a fondo livellato e devono avere la profondità minima indispensabile per consentire l'operazione di montaggio ed incasso del giunto.



Letto di posa: nicchie in corrispondenza dei giunti

Continuità del piano di posa

Il piano di posa dovrà garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati; trattamenti speciali del fondo della trincea; o se occorresse, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole. In quest'ultimo caso la continuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Tubi danneggiati durante la posa in opera

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti devono essere riparati così da ripristinarne la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna

Qualora, durante le operazioni di accostamento dei tubi, penetrasse della terra o altri materiali estranei tra le superfici frontali o nei giunti, si dovrà provvedere a sfilare l'ultimo tubo per effettuare le necessarie pulizie ed a posarlo nuovamente dopo aver ripristinato la suola.

Piano di posa

Per la corretta esecuzione delle livellette di posa, la Direzione dei Lavori si riserva di prescrivere l'uso di un'apparecchiatura a raggio laser, corredata di indicatori di pendenza, di dispositivo elettronico di autolivellamento, di spostamento della direzione destra/sinistra, di inclinazione laterale, di spia batteria, munita di livello a bolle d'aria e protetta contro l'inversione della polarità.

Ove si rendesse necessario costituire il letto di posa o impiegare per il primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, dovrà accertarsi la possibile insorgenza di fenomeni corrosivi adottando appropriate contromisure.

La posa della condotta, sul fondo piano della fossa, è possibile solo mediante introduzione a strati e accurato costipamento del materiale di rinalzo.

La condotta si poserà su un letto di sabbia di spessore $(0,10+D/10)$ m e, comunque maggiore di 15 cm, e di larghezza quanto lo scavo.

Il supporto deve essere eseguito con l'angolo minimo corrispondente al calcolo statico.

Per tubi rigidi senza piede, l'angolo di appoggio deve essere di regola 90°; esso può essere realizzato mediante accurato rinalzo e compattazione a mano o con attrezzi leggeri. Angoli di appoggio superiori (120°) possono essere realizzati con tubi rigidi solo se gli interstizi del supporto vengono costipati a strati in modo intensivo e si assicura che la densità del materiale nell'ambito del supporto sia maggiore di quella sotto il tubo. Angoli di appoggio inferiori a 90° possono essere realizzati previo controllo statico; con tubi rigidi aventi diametro = 200 mm, l'angolo di appoggio non può comunque essere inferiore a 60°.

Per i condotti con rivestimento protettivo esterno, il materiale del supporto e le modalità esecutive saranno tali da non danneggiare il rivestimento.

Se il supporto si trova immerso permanentemente o temporaneamente nella falda acquifera sotterranea, si dovrà prevenirne il dilavamento nei terreni circostanti o nel sistema di drenaggio. È costituito da materiale riportato (normalmente sabbia), in moda da costituire un supporto continuo alla tubazione. Si sconsigliano, in quanto possibile, fondi costituiti da gettate di cemento o simili.

Il letto di posa non dovrà essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. In pratica il materiale più adatto sarà costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato dovrà essere accuratamente compatto in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto.

Modalità di posa in opera

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo della trincea spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

I tubi si poseranno procedendo da valle verso monte e con i bicchieri disposti in senso contrario alla direzione del flusso.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni ed altri appoggi discontinui.

Nessun tratto di tubazione dovrà essere disposto in orizzontale.

Per le operazioni di posa in opera, si devono osservare le raccomandazioni ed istruzioni del fornitore dei tubi.

I tubi verranno calati nello scavo solamente dopo aver controllato che il letto di posa in sabbia dello spessore di almeno 10 cm sia perfettamente piano e che siano state eseguite le nicchie per l'alloggiamento dei giunti.

Sicurezza statica della canalizzazione

La posa in opera di una condotta assume notevole importanza per la sicurezza statica della canalizzazione, dovendo assicurare una ripartizione uniforme dei carichi ed efficienza nel tempo.

Particolare cura si porrà pertanto nella posa dei condotti, in particolare devono essere posati in modo tale da assicurare:

- una distribuzione dei carichi trasmessi dalla condotta al terreno che non dia luogo a tensioni concentrate su di essa;
- un rinfiacco laterale che limiti le deformazioni della condotta (ovalizzazione) le quali, oltre ad incrementare le tensioni, potrebbero creare problemi di tenuta dei giunti;
- una sufficiente ripartizione dei carichi esterni, specie di quelli accidentali;
- la possibilità di eseguire correttamente i giunti e di poterne controllare il comportamento in fase di collaudo (prima del rinterro).

Sollevamento dei tubi

Per il sollevamento e la posa dei tubi nella trincea, su rilevato o su appoggi, devono adottarsi gli stessi criteri usati per le operazioni di movimentazione degli stessi, con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitarne il deterioramento ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Dopo essersi bene assicurati dell'integrità del materiale e dell'approntamento del fondo dello scavo i tubi potranno essere calati nella trincea.

Chiusura delle testate libere della condotta

Le testate dei tratti di condotta che per qualsiasi motivo dovessero rimanere libere in aspettativa, devono sempre essere chiuse con tappi provvisori di legno o altro materiale idoneo ad evitare l'ingresso di corpi estranei (animali o altri materiali) nelle tubazioni, che possono danneggiare l'efficienza della condotta.

11.4. Modalità di posa in opera dei vari tipi di tubi

L'Appaltatore verificati allineamento e pendenza dei tubi alle prescrizioni del progetto esecutivo, procederà alla loro giunzione.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni devono essere perfettamente pulite.

Le giunzioni devono essere eseguite secondo la migliore tecnica relativa a ciascun tipo di materiale, con le prescrizioni più avanti riportate e le specifiche di dettaglio indicate dal fornitore.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

Le tubazioni collegate mediante sistema di giunzione elastico devono essere in grado di garantire una omogenea velocità di scorrimento, la perfetta tenuta idraulica con pressioni esterne ed interne pari ad almeno 0,5 bar oltre a sopportare, con adeguato margine di sicurezza, tutti i carichi esterni (carico stradale, terra, falda, ecc.) e ad essere pienamente conforme alle disposizioni legislative, in particolare al D.M. 12 dicembre 1985.

Le giunzioni non devono dar luogo a perdite d'alcun genere, qualunque possa essere la causa determinante (uso, variazioni termiche, assestamenti, ecc.) e questo sia in prova, che in anticipato esercizio e fino al collaudo.

Ove pertanto si manifestassero delle perdite, l'Appaltatore sarà tenuto ad intervenire con immediatezza per le necessarie riparazioni restando a suo carico ogni ripristino o danneggiamento conseguente. A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti, devono, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.

A tal fine, per l'esecuzione delle giunzioni, l'Appaltatore dovrà assicurare l'assistenza del fornitore, con riserva, per la Direzione dei Lavori, di chiedere che l'esecuzione sia direttamente affidata ad operai specializzati indicati dal fornitore stesso.

Giunti con anello in elastomero

Il montaggio dei tubi dovrà avvenire nel seguente modo:

- verifica dell'integrità dello smusso;
- pulizia da eventuali corpi estranei;
- misura accurata della lunghezza del bicchiere;
- riporto della misura anzidetta (ridotta di 10/20 mm) sul maschio del tubo tracciando un segno con matita o pennarello;
- inserimento della guarnizione elastomerica di tenuta nella sua sede accuratamente, e con l'avvertenza che la parte sottile sia rivolta verso la parte esterna del bicchiere;
- lubrificazione con lubrificante apposito della superficie interna della guarnizione e della superficie esterna della punta del tubo (non usare grassi od oli minerali). Non deve essere lubrificata la sede interna della guarnizione;
- introduzione della parte cilindrica smussata del tubo dentro il bicchiere, sino al segno precedentemente fatto, verificando che la guarnizione rimanga in sede. La perfetta riuscita di questa operazione dipende dal preciso allineamento dei tubi e dall'accurata lubrificazione.

Posato il tubo si procederà al rinfianco con sabbia fino alla generatrice superiore, costipando accuratamente in modo da non lasciare vani al di sotto del tubo. Ultimata la posa, l'Appaltatore dovrà procedere, prima del reinterro definitivo, allo stendimento di uno strato di sabbia di almeno 20 cm di spessore al di sopra della generatrice superiore del tubo. Si fa obbligo all'Appaltatore di adottare tutte le misure idonee alla salvaguardia delle tubazioni con particolare riguardo al trasporto, allo stoccaggio ed alla posa in opera, al fine di non danneggiare i materiali con abrasioni od intagli di sorta.

I tratti di tubazione danneggiati, per qualsiasi motivo ed accidentalmente, devono essere immediatamente allontanati dal cantiere.

Gli accessori devono essere sostenuti autonomamente da un loro appoggio e non essere posizionati in modo tale da danneggiare il tubo.

Inoltre l'Appaltatore dovrà eseguire tutti i lavori di posa secondo le raccomandazioni dell'Istituto Italiano Plastici.

Nella posa in opera, dovrà evitarsi che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore.

11.5. Rinterro delle tubazioni

Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione della canalizzazione mediante esami condotti con funi, traguardi, tabelle di mira, apparecchi di livellazione, o con altri idonei mezzi.

Segnalazione delle condotte

Prima del completamento del rinterro, nei tratti previsti dal progetto dovrà essere stesa apposito nastro di segnalazione, indicante la presenza della condotta sottostante. Il nastro dovrà essere steso ad una distanza compresa fra 40 e 50 cm dalla generatrice superiore del tubo per profondità comprese fra 60 e 110 cm, mentre, per profondità inferiori della tubazione, la distanza tra il nastro e la generatrice superiore del tubo dovrà essere stabilita, d'accordo con la Direzione Lavori, in maniera da consentire l'interruzione tempestiva di eventuali successivi lavori di scavo prima che la condotta possa essere danneggiata.

Esecuzione del rinterro

Il materiale già usato per la costituzione del letto di posa verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm fino alla mezzera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibrator a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggio dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite con lo stesso materiale costituente il letto di posa, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi, quindi si procederà a riempire la trincea con il materiale di risulta.

Il rinfiacco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati della tubazione fino al piano diametrale della stessa e, quindi, spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare il tubo). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali. Il rinfiacco delle tubazioni ed il primo riempimento dello scavo, fino a 20 cm al di sopra dell'estremità superiore del tubo, devono essere effettuati con sabbia avente un peso in volume secco minimo di 1,9 t/m³; il massimo contenuto di limo è limitato al 10%, il massimo contenuto di argilla è limitato al 5%.

La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dal tubo fino ad ottenere che la densità relativa del materiale di rinterro raggiunga il 90% del valore ottimo determinante con la prova di Proctor modificata.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1,00 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal Progettista.

Infine verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale

Il rinterro deve avvenire secondo le prescrizioni della norma UNI EN 1295-1 che distingue:

- zona di rinterro. Tale zona deve essere eseguita secondo le caratteristiche della condotta (rigida, semi rigida o flessibile), i carichi esterni e la tipologia dei terreni attraversati;
- zona di rinterro accurato, costituita:
 - 1) da letto di posa e rinfiacco fino a 10 cm almeno al di sopra della generatrice superiore dell'accoppiamento per le condotte flessibili;
 - 2) letto di posa e la base d'appoggio fino al diametro orizzontale per le condotte rigide;
- terreno.

In generale le condizioni di posa debbono tenere conto delle seguenti condizioni:

- mantenimento del condotta al riparo dal gelo;
- attraversamento ad alta sicurezza (passaggi di ferrovie, autostrade, ecc.);
- regolamenti locali relativi alla viabilità.

L'esecuzione della base d'appoggio e del rinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della Direzione dei Lavori.

La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm in zone soggette a traffico leggero e di almeno 150 cm in zone soggette a traffico pesante. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Se è previsto il riutilizzo del materiale di scavo, questo sarà privato di tutti quegli elementi suscettibili di danneggiare le condotte. Quando è previsto il costipamento della base d'appoggio, questo sarà realizzato con strumenti leggeri da tutte e due le parti della condotta, al fine di non provocare deviazioni del piano e del livello della condotta.

Per il ricoprimento, la scelta degli strumenti di costipamento, a vibrazione o costipanti, sarà realizzata in funzione della qualità del terreno, dei dispositivi di palancolaggio e dell'altezza di rinterro al di sopra dell'estradosso, previo parere favorevole della Direzione dei Lavori e del Progettista.

Il rinfianco ed il ricoprimento debbono essere realizzati con terra vagliata a maglia grossa o liberata (a mano) dagli elementi più grossolani che possono danneggiare la tubazione.

Nel caso di tubi installati in trincea la profondità minima del rinterro sarà $1,2 \cdot DN$ (mm), non saranno ammessi in alcun caso rinterri inferiori alla metà del diametro esterno del tubo, con minimo assoluto di 350 mm.

Nel caso fosse necessario un rinterro minore si dovrà realizzare un rinfianco in calcestruzzo e, sopra la superficie esterna del tubo, un getto di cemento armato le cui caratteristiche saranno determinate dal Progettista della condotta.

Durante le operazioni di rinterro e di costipamento bisogna evitare che carichi pesanti transitino sulla trincea.

Dopo un conveniente periodo di assestamento l'impresa provvederà alla sistemazione ed al ripristino delle massicciate e delle sovrastanti pavimentazioni preesistenti.

I rinterri, le massicciate ripristinate e le sovrastanti pavimentazioni preesistenti devono essere costantemente controllate dall'impresa che, quando ne risultasse la necessità, dovrà procedere a sua cura e spese alla ricarica degli stessi con materiale adatto, e ciò fino al conseguimento del collaudo.

Se gli scavi fossero avvenuti in terreno coltivo, il rinterro dovrà essere effettuato utilizzando, per lo strato superiore e per le successive ricariche, terra di coltura.

L'impresa, anche quando avesse rispettato le norme del presente punto, rimarrà unica responsabile di ogni conseguenza alla viabilità ed alla sicurezza.

La stazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alla ricarica dei riempimenti nei casi di inadempienza dell'Impresa agli eventuali ordini di servizio, emessi in merito dalla Direzione dei Lavori. In tale evenienza tutte le spese saranno addebitate all'Impresa Appaltatrice.

Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che una eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo o farlo sollevare dal letto di posa, debbono essere rispettate le seguenti raccomandazioni per ottenere il massimo valore pratico della densità del materiale.

La compattazione può essere eseguita usando un compattatore ad impulsi o altro sistema idoneo. Durante la compattazione del rinterro sarà cura dell'Appaltatore e del Direttore dei Lavori controllare la forma della sezione del tubo. I controlli della deflessione dei tubi si eseguiranno quando siano stati posati e ricoperti i primi tubi. Controlli periodici si effettueranno durante lo svolgimento dei lavori.

Quando è possibile, occorre eseguire sul posto la misura della densità del materiale compattato della zona primaria, per verificarne l'accordo con le assunzioni progettuali esecutive.

Terreni a grana grossolana con 5% di fini

La massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione; il rinterro sarà posato in strati da 0,15 a 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo.

La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi mentre viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che inizi la reazione di assestamento.

Terreni a grana grossolana con 5-12% di fini

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 ed il 12 % si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

Terreni a grana grossolana con > 12% di fini

I terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati da 0,10 a 0,15 m.

Il Direttore dei Lavori deve effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'Appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Il rinfiacco con terreni, quali quelli di natura organica, torbosi, melmosi, argillosi, ecc., è vietato perché detti terreni non sono costipabili a causa del loro alto contenuto d'acqua; esso potrà essere consentito dalla Direzione dei Lavori, in via eccezionale solo se saranno prescritte speciali modalità di posa o maggiori spessori.

Particolari accorgimenti per il rinterro dei tubi in PVC

Il riempimento per le tubazioni in polietilene deve essere eseguito nelle ore meno calde della giornata.

Si procederà sempre a zone e di 20 ÷ 30 cm, avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita. Si lavorerà su tre tratte consecutive e verrà eseguito contemporaneamente il ricoprimento (fino a quota 50 cm sul tubo) in una zona, il ricoprimento (fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo) nella zona adiacente e la posa della sabbia, intorno al tubo nella tratta più avanzata. Una delle estremità della tratta di condotta dovrà sempre essere mantenuta libera di muoversi, e l'attacco dei pezzi speciali dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pozzo stesso.

11.6. Allacciamenti alla canalizzazione di fognatura

In generale, per ogni lotto catastale edificato, verrà realizzato un condotto di allacciamento fino ai confini della proprietà, mentre per ciascun lotto catastale non edificato ci si limiterà ad inserire nella canalizzazione almeno un pezzo speciale con imboccatura o uno sghebo, pronto per l'allacciamento, a meno che - in particolare con strade molto trafficate e/o alti livelli freatici - la Direzione dei Lavori non prescriva anche in questo caso di completare l'allacciamento fino ai confini del lotto.

Non è consentito inserire i condotti di allacciamento dei pozzetti stradali nei condotti di allacciamento degli edifici. È invece possibile - secondo le indicazioni del progetto e/o della Direzione dei Lavori - l'associazione di più pozzetti stradali ad un unico condotto di allacciamento alla fognatura.

Qualora la canalizzazione di fognatura sia inferiore al livello della falda freatica, i condotti di allacciamento che non possono essere ancora completati devono essere predisposti con l'imboccatura il più possibile sopra il livello freatico, per facilitare i successivi lavori di completamento.

I pezzi speciali con imboccatura e gli sghebi, predisposti per il successivo allacciamento, devono essere chiusi con appositi coperchi a tenuta ermetica.

Nella esecuzione dei condotti di allacciamento, devono essere evitati gomiti, bruschi risvolti e cambiamenti di sezione; all'occorrenza devono adottarsi pezzi speciali di raccordo e riduzione.

I collegamenti alla tubazione saranno eseguiti mediante pezzi speciali di derivazione con imboccatura (braghe), inseriti nella condotta durante la sua costruzione.

11.7. Collaudo, prove e verifiche varie sulle tubazioni**Generalità**

Il collaudo potrà essere concluso solo una volta che sia stata accertata la piena e positiva funzionalità degli impianti non ritenendosi al riguardo sufficiente il mero accertamento dell'esecuzione degli impianti in conformità al progetto. L'Impresa si impegna a dare completa e gratuita garanzia sugli impianti per due anni dopo il collaudo. L'Impresa dovrà inoltre fornire i disegni aggiornati degli impianti eseguiti, completi di dettagli tecnici e dei cataloghi delle apparecchiature. È infine previsto un periodo di gratuita manutenzione a partire dalla data di ultimazione dei lavori fino a quella del certificato di collaudo e sarà, in ogni caso, non inferiore a centottanta giorni.

Le prove in opera non hanno lo scopo di controllare le caratteristiche dei materiali (tubi, giunti, raccordi, apparecchi vari) dato che tali caratteristiche devono essere state verificate tramite le prove d'accettazione da eseguirsi presso le fabbriche prima della spedizione. Con esse s'intende invece verificare la perfetta esecuzione delle giunzioni e controllare se qualche tubo, giunto, raccordo o apparecchio abbia subito danni durante le operazioni di trasporto e di posa.

La condotta sarà sottoposta a prova di tenuta idraulica, per successivi tronchi, con pressione di prova P_c pari ad 1.5 volte la pressione di esercizio P_E , con durata e modalità stabilite in progetto o indicate dalla Direzione dei Lavori e comunque conforme alle previsioni dell'art. 3.10 del D.M. LL. PP. del 12/12/1985. Le pressioni di collaudo in campo per le tubazioni con funzionamento non a pressione (fognature) sono riferite alle pressioni realizzabili tra l'asse della condotta ed il piano stradale o di campagna, per tratte caratterizzate da dislivello non superiore a m 0,50 circa.

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà al rinterro parziale dei tubi sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando scoperti i giunti.

La prova eseguita a giunti scoperti verrà considerata positiva in base alle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dalla contemporanea verifica di tenuta di ogni singolo giunto. La medesima prova verrà quindi ripetuta dopo il completo rinterro delle tubazioni sulla base delle risultanze del grafico del manometro. La prova a giunti scoperti avrà durata di 8 ore e la seconda, dopo rinterro, durerà 4 ore. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di una atmosfera al minuto primo.

I verbali, i grafici del manometro, eventuali disegni illustrativi inerenti le prove dovranno essere consegnati al Collaudatore, il quale avrà comunque facoltà di far ripetere le prove stesse.

L'impresa dovrà provvedere a sua cura e spese a fornire l'acqua occorrente, eventuali flange cieche di chiusura, pompe, manometri registratori con certificato ufficiale di taratura, collegamenti e quant'altro necessario. L'acqua da usarsi dovrà rispondere a requisiti di potabilità, di cui dovrà essere fornita opportuna documentazione, e la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà vietare all'Impresa l'uso di acqua che non ritenga idonea.

Delle prove di tenuta, che saranno sempre eseguite in contraddittorio, sarà redatto apposito verbale qualunque ne sia stato l'esito. Dopo l'esito positivo delle prove, sia le condotte che le vasche o serbatoi, dovranno essere tenuti pieni a cura e spese dell'Impresa fino a collaudo.

La prova idraulica

Compiti del Direttore dei Lavori

Prima della prova idraulica il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi della stagionatura degli eventuali blocchi di ancoraggio e, se occorre, predisporre i contrasti necessari. In particolare, dovrà essere verificato che i giunti adiacenti a tali blocchi risultino a accessibili ed ispezionabili, soprattutto durante il collaudo.

La prova, deve essere eseguita a giunti scoperti, fatta eccezione i casi in cui lo richieda la stabilità delle trincee.

Data la delicatezza delle operazioni connesse con la esecuzione della prova idraulica e della interpretazione dei dati per giudicare della sua accettabilità, sarà opportuno che il Direttore dei Lavori richieda all'impresa che sia assicurata in tutte le fasi di prova, l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

Riempimento della condotta

Il riempimento della condotta deve essere eseguito dopo averne eseguito l'accurata pulizia interna.

Prima di procedere al riempimento della linea bisognerà accertarsi che la stessa possa essere pressurizzata cioè che sia completa di sfiati, scarichi, valvole e/o di flange cieche e di quant'altro richiesto dal progetto.

Durante la prova le estremità del tronco di condotta da collaudare dovranno essere chiuse con piatti di chiusura dotati di rubinetto per il riempimento e la fuoriuscita dell'aria.

La linea deve essere riempita lentamente, preferibilmente dal basso, per facilitare la fuoriuscita dell'aria attraverso gli sfiati.

Dopo il riempimento si deve verificare che tutti gli sfiati e le valvole siano ben chiusi. Dovrà accertarsi, inoltre, che non ci siano perdite lungo il percorso della linea. In caso di perdita dovrà svuotarsi la linea ed effettuare le necessarie riparazioni.

Stabilizzazione della condotta

Questa fase è fondamentale per consentire la stabilizzazione termica e meccanica della condotta.

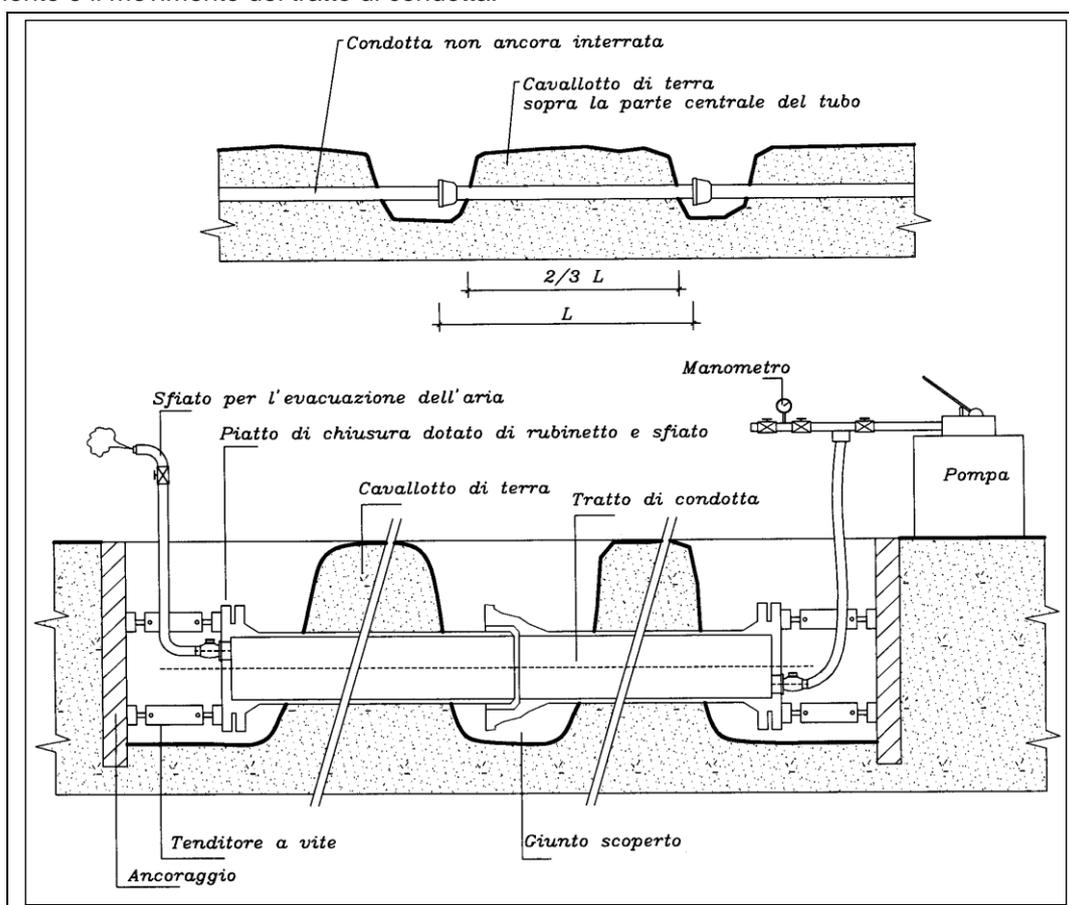
Se la linea è fuori terra si dovrà controllare che la supportazione sia stata eseguita correttamente e che le forze che si manifestano per la pressione idraulica interna, siano adeguatamente contrastate.

Se la linea è interrata bisognerà accertarsi che la stessa sia tutta stabilizzata e che le forze, che si manifestano per la pressione idraulica interna, siano tutte contrastate opportunamente mediante un idoneo sistema d'ancoraggio: sipario di palancole, tavole di legno incastrate trasversalmente nella trincea, ecc.

Tarati gli strumenti di prova, prima e dopo, gli stessi dovranno essere collegati alla linea possibilmente nel punto più basso della stessa, in caso contrario, per la valutazione della pressione, bisognerà tenere conto del dislivello geodetico del manometro rispetto al punto più basso e del peso specifico del fluido utilizzato per il collaudo onde correggere la lettura dello stesso.

Ad evitare ritardi nelle operazioni di posa, che sono da eseguirsi con continuità, sarà opportuna l'interposizione di apposite scatole di prova, destinate a ricevere diaframmi di separazione delle tratte in prova e conformate in modo da consentire idoneo ancoraggio contro la spinta idrostatica.

Qualora la condotta sia stata sottoposta a prova idraulica prima del rinterro, si dovrà disporre nella parte centrale un cavallotto di terra di lunghezza pari a $2/3$ della lunghezza del tubo, per impedire lo sfilamento e il movimento del tratto di condotta.



Esecuzione della prova idraulica

Sistema di collaudo della tubazione

Una pressione minima di 0,3 m d'acqua (misurata al punto più alto del tubo), sarà applicata alla parte più alta della canalizzazione e una pressione massima non superiore a 0,75 m d'acqua sarà applicata alla parte terminale più bassa. Nel caso di canalizzazioni con forti pendenze, può essere necessario effettuare la prova per sezioni, onde evitare pressioni eccessive.

Il sistema dovrà essere lasciato pieno d'acqua almeno un'ora prima di effettuare qualsiasi rilevamento.

La perdita d'acqua, trascorso tale periodo, sarà accertata aggiungendo, ad intervalli regolari, con un cilindro graduato e prendendo nota della quantità necessaria per mantenere il livello originale.

La perdita d'acqua non deve essere superiore a 3 l/km per ogni 25 mm di diametro interno, per 3 bar e per 24 ore.

In accordo con la direzione lavori potrà essere utilizzato anche un altro, idoneo, sistema di collaudo della tubazione.

Criteri di non accettazione della prova

La prova di tenuta idraulica si considererà non valida o interrotta nei seguenti casi:

- perdita di liquido accertata;

- evidenti deformazioni di supporti e cedimenti dei blocchi d'ancoraggio o del terreno, che non si stabilizzano, e che possono causare danni alle tubazioni;
- impossibilità di mantenere stabile la pressione dopo 12 ore senza integrazioni per almeno due ore.

Eventuali cali di pressione possono essere dovuti a variazioni di temperatura, presenza d'aria, assestamenti del terreno e blocchi d'ancoraggio, espansione dei giunti non rigidi. La fase di stabilizzazione si considera conclusa se non si manifestano apprezzabili variazioni pressione per almeno 2 ore, senza ricorrere ad integrazioni di acqua.

Criteri di accettazione della prova

La prova di tenuta idraulica sarà considerata positiva se alla fine del tempo stabilito per la prova, sarà conseguito almeno uno dei seguenti punti:

- durante la durata della prova idraulica la pressione si è mantenuta stabile;
- non si sono manifestate perdite visibili nella condotta, nei giunti e nella strumentazione di collaudo;
- la variazione di pressione tra l'inizio e la fine della prova di tenuta idraulica è consequenziale alla variazione di temperatura dell'acqua di collaudo;
- la variazione di pressione tra l'inizio e la fine della prova di tenuta idraulica è consequenziale alla presenza di sacche d'aria nella linea;
- qualora i giunti della linea siano stati realizzati con elastomeri e ci sia un calo di pressione, la pressione iniziale sia ripristinata pompando una quantità d'acqua non superiore al seguente valore (AWWA M 11 - *Manual of water supply practice*) (Q =quantità di acqua, in lt, D =diametro del tubo, in mm, L =lunghezza della linea, in m, H =tempo (12 ore)):

$$Q = 0,0001 \cdot D \cdot L \cdot H$$

- una combinazione dei punti precedenti.

Comunque la buona riuscita di ogni prova sarà dimostrata dai concreti risultati dell'esame dei giunti e del manometro registratore. Non potrà convalidarsi una prova in base all'indicazione, ancorché buone, del solo manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione dei giunti.

Il Direttore dei Lavori potrà, in particolari casi, considerare la prova con esito positivo sulla scorta delle risultanze del grafico del manometro registratore ufficialmente tarato e dell'esame visivo dei giunti.

Tutte le operazioni di riparazione o sostituzione di elementi di condotta che in seguito a questa prova si siano rivelati inadidonei saranno a carico dell'Appaltatore.

Rinterro

Eseguita la prova di tenuta idraulica si procederà al primo rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti con le modalità ed i materiali idonei.

La prova di tenuta idraulica potrà essere ripetuta dopo il rinterro definitivo della condotta, salvo le diverse disposizioni della Direzione dei Lavori.

A rinterro ultimato, si avrà cura di effettuare gli opportuni ricarichi laddove si potessero manifestare assestamenti.

Prova di un tronco antisfilamento

Il collaudo di un tronco antisfilamento deve essere eseguito lasciando scoperta la condotta, per consentirne la messa in trazione sotto l'effetto della pressione.

Durante la prova le estremità dei tubi non dovranno essere opportunamente essere ancorate.

Il rinterro della trincea dovrà essere eseguito mantenendo in pressione il tratto di condotta.

11.8. Ripristini stradali

Compiti del Direttore dei Lavori

Il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi:

- della presenza in cantiere della prevista autorizzazione da parte del ente gestore, rilasciata ai sensi dell'art. 27, comma 10 del D.Lgs. n. 285 del 30 aprile 1992 (Nuovo codice della strada - Titolo II - Della costruzione e della tutela delle strade);
- che gli scavi siano protetti con i prescritti sbarramenti, in conformità al Nuovo codice della strada (D.Lgs. 285/1992 - Titolo II - Della costruzione e della tutela delle strade);
- verificare, qualora fossero prescritte, il rispetto delle norme esecutive imposte dall'amministrazione comunale.

Termini per l'esecuzione dei ripristini

I ripristini stradali si eseguiranno non appena verificato il definitivo assestamento dei rinterri.

A tale scopo, si potrà assegnare all'Appaltatore il termine - in aggiunta a quello fissato per l'ultimazione dei lavori - entro il quale devono essere compiuti i ripristini e riconsegnate in condizioni perfette le strade interessate dai lavori.

Qualora per particolari esigenze della circolazione o specifiche richieste dei proprietari delle strade lo richiedano, è in facoltà della Direzione dei Lavori prescrivere, a suo insindacabile giudizio e senza che l'Appaltatore possa opporvi rifiuto o avanzare pretese di speciali compensi, che i rifacimenti abbiano luogo in tempi diversi per i vari tratti di strade, ed anche non appena ultimati i rinterri, senza far luogo alle provvisorie sistemazioni e riaperture al transito. In quest'ultimo caso, il riempimento della fossa dovrà essere arrestato a quota tale da lasciare tra la superficie superiore del rinterro e la prevista quota del piano viabile uno spessore pari a quello stabilito per la massicciata stradale.

Modalità di esecuzione

A richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore sarà tenuto a realizzare i ripristini delle varie strade con consistenza diversa sia da tratto a tratto, sia anche rispetto a quella originaria delle massicciate demolite.

La Direzione dei Lavori potrà pure prescrivere che il ripristino delle singole strade o dei vari tronchi di strade abbia luogo in due o più riprese, differendo la stesa degli strati superficiali in modo che, all'atto della loro esecuzione, siano ripresi gli avvallamenti che si fossero eventualmente formati per cedimenti dei rinterri e degli strati sottostanti della massicciata e sia quindi possibile assegnare alla strada, al momento della definitiva riconsegna ai proprietari, la sagoma prevista.

Le pavimentazioni devono essere eseguite secondo le migliori tecniche e con materiali di buona qualità, nel rispetto delle prescrizioni contenute nei rispettivi articoli dell'elenco prezzi, specie per quanto riguarda gli spessori minimi.

Particolare attenzione dovrà porre la Direzione dei Lavori affinché i chiusini degli altri servizi pubblici siano posati con la superficie superiore perfettamente a filo del piano stradale definitivo e ben incastrati e fissati. In caso di modifica della quota originaria del piano stradale, tutti i chiusini preesistenti devono essere riportati in quota e opportunamente fissati.

Indipendentemente dalle modalità esecutive attuate o prescritte, l'Appaltatore è l'unico responsabile della perfetta riuscita dei ripristini; pertanto, eventuali anomalie o difetti che avessero a verificarsi, anche successivamente ad un favorevole collaudo, devono sempre essere eliminati a sue cure e spese, essendo tali carenze da considerare ad ogni effetto quali vizi occulti di cui agli artt. 1667 e 1669 del Codice Civile.

Disposizioni tecniche specifiche

Nella esecuzione dei ripristini e di tutte le opere di natura stradale in genere, devono essere osservate le disposizioni tecniche specifiche riportate nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, e comunque:

- le tracce dello scavo devono essere ben delineate;
- gli scavi eseguiti in sede di carreggiata, prima del ritombamento, devono venire allargati in superficie in modo da permettere l'uso di un rullo compressore, per ottenere un adeguato costipamento del rinterro;
- sarà cura dell'Appaltatore allontanare immediatamente il materiale proveniente dagli scavi, evitando in particolare l'eventuale accatastamento sull'area dei marciapiedi, che potrebbe causare pericolo per i pedoni;
- il rinterro dovrà essere eseguito completamente con idoneo materiale arido (tout-venant) a strati consecutivi, non superiori a 20 cm, costipati con mezzi meccanici e bagnati a rifiuto sino all'allargamento dello scavo e quindi costipati con idoneo rullo compressore, sino al piano di posa della successiva pavimentazione in conglomerato bituminoso, o in pietra (in carreggiata), oppure in calcestruzzo (in sede di marciapiede);
- in sede di carreggiata, per il ripristino di scavi, sopra il rinterro adeguatamente costipato, devono essere eseguiti due strati successivi di tout-venant bituminato per uno spessore complessivo reso di 15 cm, uno strato di conglomerato semiaperto - binder - per uno spessore reso di 6 cm ed uno strato di conglomerato chiuso - tappeto - per uno spessore reso di 3 cm;
- il tappeto d'usura si dovrà estendere in modo da raccordare adeguatamente il ripristino dello scavo alla pavimentazione preesistente eliminando anche, se presenti, piccoli cedimenti laterali o danneggiamenti alla pavimentazione procurati dalle macchine operatrici impiegate per l'esecuzione dei lavori;

- in sede di carreggiata, per il ripristino di scavi longitudinali e di tutti gli attraversamenti trasversali per posa di condotte, il cui intervento interessa una lunghezza superiore ai 50 m, il rinterro degli scavi, compresa la stesa del tout-venant bituminoso (spessore 15 cm) e del successivo strato di binder (spessore 7 cm) adeguatamente costipati, arriverà fino al filo dell'esistente pavimentazione;
- il ripristino degli scavi in sede di marciapiede, il sottofondo in calcestruzzo ed il tappeto di usura della stessa natura di quello esistente, dovrà essere esteso per tutta la larghezza del marciapiede stesso, previa demolizione del sottofondo precedente;
- l'uso del conglomerato bituminoso a freddo (stoccabile) dovrà essere limitato ai soli ripristini provvisori necessari per la rapida riapertura al traffico di piccole zone di strada (es. attraversamenti per allacciamenti, piccoli scavi);
- sulle strade pavimentate con cubetti di pietra dovrà essere costruito un sottofondo di calcestruzzo, opportunamente dosato, dello spessore di 20 cm e con eventuali giunti di dilatazione. I cubetti di pietra, nuovi o di recupero, devono poggiare su un letto di sabbia di almeno 1 cm di spessore, posti in opera ad archi di cerchio secondo le norme tecniche e battuti con mazzeranga fino al loro completo assestamento. Dopo la posa completa dei cubetti, gli stessi devono venir sigillati, per la profondità di almeno 3 cm, con sabbia e cemento.

11.9. Strato di drenaggio

La realizzazione dello drenaggio parallelamente al tombinamento del Canale Orientale Nord si realizzerà mediante la posa di uno strato di materiale drenante (ghiaione) confinato entro un geotessuto permabile. Le caratteristiche del geotessuto di confinamento dello strato drenante sarà indicato dalla Direzione Lavori nei limiti e nelle condizioni indicate negli elaborati progettuali.

12. SEGNALETICA ORIZZONTALE

12.1. Tracciamento e posa in opera della segnaletica orizzontale

Alla Ditta assuntrice è affidato il tracciamento e la realizzazione della segnaletica orizzontale su tutti i tronchi

di strade provinciali che verranno indicate con apposito ordine di servizio dalla Direzione Lavori.

Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite con vernice rifrangente da approvarsi dall'Amministrazione Appaltante a mezzo di compresori a spruzzo e dovranno essere conformi alle disposizioni del Nuovo Codice della Strada e del relativo Regolamento di attuazione:

L'applicazione delle vernici dovrà essere eseguita a spruzzo mediante apposite macchine traccialinee che ne consentano una stesa omogenea ed uniforme, tali macchine se semoventi dovranno essere macchine

operatrici così come previsto dall'art.58 del nuovo Codice della strada.

Si prescrive un impiego minimo di 100 g. di vernice per ml. di striscia da cm. 12 e Kg. 1,00 per mq. 1,20 di

superficie per segni.

La segnaletica deve essere effettuato su manto stradale che abbia maturato almeno 50 giorni.

Qualora venga accertato l'impiego di un quantitativo minore di materiale, verrà effettuata la corrispondente

variazione percentuale sui prezzi d'elenco, sempre che la lavorazione venga ugualmente accettata.

Tutto il personale ed il materiale di protezione sarà fornito dalla Ditta assuntrice.

Potrà essere richiesta la ripetizione dell'applicazione della segnaletica orizzontale qualora il risultato dei

lavori eseguiti non sia soddisfacente secondo il giudizio tecnico dell'Amministrazione.

12.2. Norme tecniche per la posa in opera della segnaletica orizzontale

Le segnalazioni orizzontali dovranno essere eseguite di preferenza con compresori a spruzzo nella misura di Kg. 1 di vernice per mq. 1,20 di superficie. Il prezzo della posa comprenderà oltre al tracciamento, le vernici e la mano d'opera, anche il materiale e i dispositivi di protezione necessari ad ogni altro onere e spesa.

Le caratteristiche richieste per le vernici da impiegare sono le seguenti:

COLORE

La vernice spartitraffico sarà fornita a richiesta nei colori bianco e giallo. La pittura di colore bianco, dopo l'essiccazione si deve presentare con tono di bianco molto puro, senza sfumature di colore grigio e giallo. La pittura di colore giallo cromo medio. Non sono ammessi coloranti organici.

PESO SPECIFICO

Il peso specifico a 25° C deve essere per la vernice spartitraffico bianca e gialla da 1,550 a 1,750 Kg./litro.

VISCOSITA'

La viscosità a 25 ° C con metodo STORMER - KREBS, dovrà corrispondere da 80 a 90 Ku, sia per la vernice bianca che gialla (metodo ASTM D. 562-55).

ESSICCAZIONE

La vernice applicata con normali macchine traccialinee, su normali superfici bituminose, con condizioni di temperatura dell'aria comprese fra i 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 essiccazione totale (apertura al traffico) non superiore ai 30 minuti.

COMPOSIZIONE

La vernice spartitraffico deve essere composta con resine sintetiche essiccanti del tipo alchidico nella misura non inferiore al 15% in peso della vernice premiscelata addizionata con clorocauciù nella misura non inferiore al 20% in peso delle resine ed essere miscelata con perline di vetro.

RESIDUO NON VOLATILE

Il residuo non volatile deve essere compreso fra il 77% e l'84% in peso (metodo AM - P.01/11)

PIGMENTI

I pigmenti dovranno essere puri. Per la vernice spartitraffico bianca il pigmento sarà costituito da biossido di titanio nella misura non inferiore al 14% in peso della vernice premiscelata. Il pigmento della vernice spartitraffico gialla dovrà essere cromato di piombo e la percentuale non dovrà essere inferiore al 12% in peso della vernice premiscelata.

SOLVENTI (SOSTANZE VOLATILI)

I solventi contenuti nella composizione della vernice dovranno essere a perfetta norma di legge.

RIFRANGENZA

La vernice spartitraffico rifrangente deve essere del tipo premiscelato, cioè contenere sfere di vetro mescolate durante il processo di lavorazione.

La vernice deve essere perfettamente omogenea, ben dispersa, non presentare grumi o fondi.

Deve essere semipronta all'uso

COMPOSIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE SFERE DI VETRO

Le perline di vetro devono essere perfettamente sferiche almeno per il 95%, trasparenti e non presentare soffiature.

L'indice di rifrazione non dovrà essere inferiore a 1,50 usando per la determinazione il metodo della immersione con luce di tungsteno.

Le sfere di vetro non dovranno subire alterazione alcuna alla azione di soluzioni acide tamponate a PH 5-5,3

o di soluzioni normali da cloruro di calcio e di sodio.

La percentuale in peso delle sfere contenute in ogni Kg. di vernice spartitraffico premiscelata non dovrà essere inferiore al 33% in peso (metodo AM - P.01/14).

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

- perline passanti per il setaccio n. 70 - 100%
- perline passanti per il setaccio n. 80 - 85 - 100%
- perline passanti per il setaccio n. 140 - 15 -55%
- perline passanti per il setaccio n. 230-10%max

Tali prove saranno effettuate secondo le norme ASTM - D - 1155

Il potere coprente della vernice deve essere compreso tra 1,1 e 1,3 mq./kg.

La vernice deve essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di pavimentazione; deve avere buona resistenza all'usura, sia del traffico che degli agenti atmosferici e deve presentare una visibilità e una rifrangenza costanti fino alla completa consumazione.

L'impresa dovrà, alla consegna dell'appalto, fornire un campione di almeno Kg. 2,00 delle vernici che intende usare, specificando fabbriche ed analisi.

L'Amministrazione si riserva il diritto di prelevare senza preavviso, dei campioni di vernice all'atto della sua applicazione e di sottoporre tali campioni ad analisi e prove che ritenga opportuno a suo insindacabile giudizio.

All'atto della consegna, la Direzione dei Lavori ordinerà all'Impresa, mediante ordini di servizio scritti, le segnalazioni da eseguire sui singoli tronchi di strade provinciali.

Ultimati i tracciamenti, verranno eseguite le misurazioni e verrà redatto, per ogni gruppo stradale, un verbale nel quale saranno indicate le strade, le superfici verniciate, la particolarità, delle segnalazioni, la data in cui inizierà il compito della manutenzione e quanto altro necessario alla contabilizzazione.

E' facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare all'Impresa, successivamente ed a suo esclusivo giudizio, l'esecuzione di tutte le segnalazioni che riterrà opportune anche su nuove strade che l'Amministrazione assumerà in manutenzione.

L'Impresa non potrà avanzare eccezioni di sorta nè domande di compenso in merito alle variazioni di cui sopra.

Le segnalazioni eseguite in forza del presente appalto dovranno essere costantemente mantenute per tutta la durata dell'appalto a cura e spese dell'Impresa e di sua iniziativa, in perfetta efficienza secondo quanto prescritto dalle vigenti norme del Nuovo Codice della Strada.- L'Impresa dovrà perciò provvedere ai necessari rifacimenti, riprese, ritocchi, tutte le volte che ciò si ritenga necessario, perché la compattezza, il disegno, la visibilità, la rifrangenza e in genere, tutti i requisiti delle segnalazioni siano in perfetto ordine.- All'uopo si precisa che l'Impresa assume, con l'appalto, ogni responsabilità in merito.

Nel solo caso che la segnalazione venga cancellata in seguito ai lavori di rifacimento o di manutenzione della pavimentazione, verrà pagato il ripristino , qualora ordinato, ai prezzi di contratto.

La ditta appaltatrice prima di iniziare i lavori dovrà presentare alla D.L. le analisi effettuate sulla vernice che si intende utilizzare e che dovranno rispettare le caratteristiche sopraindicate. La D.L. in corso d'opera potrà far eseguire ulteriori analisi sulle vernici impiegate. Le relative spese rimangono a carico della ditta appaltatrice. Qualora dalle analisi effettuate in corso d'opera risultasse che sono state utilizzate vernici che non rispettano le caratteristiche richieste nel presente art. 6 la Ditta Appaltatrice è tenuta, senza indugio, ad eseguire nuovamente tutti i tratti di segnaletica orizzontale eseguiti con vernici difformi.

La mancata riesecuzione dei lavori difformi esonera l'Amministrazione dal pagamento degli oneri dovuti, fatte salve le maggiori responsabilità civili e penali da addebitarsi alla ditta appaltatrice.-

12.3. Norme tecniche per la misurazione della segnaletica orizzontale

Le segnalazioni orizzontali saranno misurate in metraggi effettivi (esclusi gli spazi) per strisce e sviluppo lineare (strisce da cm. 12 e 15).

Per tutti gli altri tipi di segnalazione orizzontale le norme di misurazione sono le seguenti:

- a) striscia di larghezza maggiore a cm. 15:
 - misurate a metro quadrato secondo la striscia effettiva.
- b) lettere
 - misurate secondo il rettangolo circoscritto alle lettere.-
- c) zebraure:
 - misurate secondo la figura geometrica contenuta nel perimetro zebrauto con deduzione dell'eventuale aiuola interna (in rilevato)
- d) segni di incrocio
 - misurati per la superficie effettiva
- e) punte di frecce
 - misurate secondo il rettangolo circoscritto alla figura
- f) gambi di frecce:
 - misurati per la superficie effettiva
- g) sverniciatura di strisce preesistenti mediante fresatura:
 - misurati per la superficie effettiva prendendo come larghezza, quello della striscia cancellata (es. cm. 12 o 15)

13. SEGNALETICA VERTICALE

13.1. Caratteristiche tecniche per i segnali ed i supporti.

Requisiti tecnici richiesti dal Nuovo Codice della strada e dal relativo regolamento di esecuzione ed attuazione, nonché dai Disciplinari tecnici emendati dal Ministero dei Lavori Pubblici e dalla UNI EN 12899 - edizione Gennaio 2003 circolari ministeriali LL PP N. 3652 del 17/06/1998 e successive integrazioni 1343- 1344 DL 11/03/1999.

FACCIA ANTERIORE -

Sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come al precedente punto, dovranno essere applicate, a richiesta dell'Amministrazione, ai sensi dell'Art.79 comma 11 del DPR 495 del 16/12/92 e successive modificazioni ed integrazioni, pellicole retroriflettenti aventi le caratteristiche di cui al Disciplinare Tecnico approvato con D.M. 31.03.95.

Sui triangoli e sui dischi della segnaletica di pericolo e di prescrizione, la pellicola retroriflettente dovrà costituire un rivestimento continuo di tutta la faccia utile del cartello, nome convenzionale "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli. La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante della pellicola retroriflettente e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola retroriflettente.

Per i segnali di indicazione il codice colori, la composizione grafica, la simbologia, i caratteri alfabetici componenti le iscrizioni devono rispondere a quanto previsto dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada, di cui il DPR 16/12/1992 N.495 e succ. modifiche. L'impiego delle pellicole rifrangenti ad elevata efficienza (classe 2) è obbligatorio nei casi in cui è esplicitamente previsto e per i segnali: dare precedenza, fermarsi e dare precedenza, dare precedenza a destra, divieto di sorpasso, nonché per i segnali di preavviso e di direzione di nuova Installazione. Il predetto impiego è facoltativo per i segnali: divieto di accesso, limiti di velocità, direzione obbligatoria, delineatori speciali.

Le pellicole retroriflettenti dovranno essere lavorate ed applicate sui supporti metallici mediante le apparecchiature previste dall'Art. 194, comma 1, DPR 16/12/1992 n. 495 e succ.modifiche.

L'applicazione dovrà comunque essere eseguita a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della ditta produttrice delle pellicole.

Le pellicole retroriflettenti da usare per la fornitura in oggetto del presente appalto dovranno avere le caratteristiche colorimetriche, fotometriche, tecnologiche di durata previste dal Disciplinare Tecnico approvate da Ministero dei LL.PP. con decreto del 31/03/1995 e dovranno risultare essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee della serie UNI/EN ISO 9000.

DEFINIZIONI

Pellicole

- Pellicole di Classe 1 – a normale risposta luminosa con durata di 7 anni
- Pellicole di Classe 2 - ad alta risposta luminosa con durata di 10 anni
- Pellicole di Classe 2 speciale - ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni

I segnali stradali dovranno essere prodotti obbligatoriamente da ditte in possesso dei requisiti specificati all'art. 45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285.

RETRO DEI CARTELLI

Sul retro dei segnali, di colore neutro opaco, il produttore deve apporre, oltre a quanto previsto dal comma 7 dell'art.77 del DPR 495/92, nello stesso spazio previsto di cmq. 200, il marchio dell'Organismo di certificazione ed il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato. Tutti i segnali devono essere rigorosamente conformi ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada approvato con DPR 16/12/1992 n. 495, e come modificato dal DPR 16/09/96 n.610.

I segnali stradali dovranno essere prodotti obbligatoriamente da ditte in possesso dei requisiti specificati all'art. 45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285.

La Ditta aggiudicataria in ottemperanza ed ai sensi del DPR 573/94 e della Circ.Min. LL.PP. 16/05/96 n. 2357 e successive modificazioni, dovrà presentare:

Dichiarazione attestante il possesso dei requisiti di cui all'Art. 45 comma 8 del D.LGS n. 285 del 30/4/92 , rilasciato dal Ministero LLPP o, in alternativa, una dichiarazione impegnativa di rivolgersi ad impresa dotata dei suddetti requisiti.

La certificazione di qualità aziendale (nel caso in cui l'importo è superiore a 200.000 EURO).

Certificato di conformità di prodotto, redatto secondo quanto stabilito dalla circ. 3652 del 17.6.99 G.U. n. 168 del 21.7.98.

In mancanza delle suddette certificazioni non potrà essere avviata alcuna procedura contrattuale per la fornitura.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di far eseguire a propria cura e spese prove di qualsiasi genere presso riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, allo scopo di conoscere la qualità e la resistenza dei materiali impiegati e ciò anche dopo la provvista a piè d'opera, senza che la Ditta possa avanzare diritti e compensi per questo titolo. Qualora dalle analisi e dalle prove fatte eseguire dalla Direzione dei Lavori si abbiano risultati non rispondenti alle prescrizioni, varrà ad ogni effetto la norma: - la Ditta fornitrice è tenuta a sostituire nel minor tempo possibile, a proprie cura e spese, tutto il materiale che non dovesse essere conforme alle prescrizioni richieste .

La Ditta aggiudicataria è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi, disposti dalla

Direzione dei Lavori presso i laboratori della stessa, atti ad accertare la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali usati per la fornitura.

13.2. Progetto segnali di preavviso

Per i segnali di preavviso la ditta aggiudicataria, prima della fornitura, è tenuta a presentare un progetto di dimensionamento dei segnali in conformità alle prescrizioni del D.P.R. 495/92 e sentita la Direzione Lavori entro 20 (venti) giorni dalla data dell'ordinativo.

14. LINEE ELETTRICHE PER PUBBLICA ILLUMINAZIONE URBANA E STRADALE

14.1. Premessa

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materie prime e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, rispondano alle caratteristiche e prestazioni di seguito indicate. Nel caso di prodotti industriali e/o innovativi, la rispondenza a questo Capitolato può risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Prima di dare inizio ai lavori l'impresa è tenuta ad informarsi se nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistono cavi sotterranei (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, gasdotti, fognature). In caso affermativo l'impresa dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom, P.T., comuni, consorzi, società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, ecc.) necessari al fine di eseguire tutti i lavori con quelle cautele opportune per evitare danni alle opere su accennate.

Il maggior onere al quale l'impresa dovrà sottostare per l'esecuzione dei lavori in dette condizioni si intende già compreso e compensato con i prezzi di elenco.

Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai cavi o alle condotte, l'impresa dovrà procedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade che agli enti proprietari delle opere danneggiate oltreché, naturalmente, alla direzione dei lavori. Rimane stabilito che nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unica responsabile rimane l'impresa, restando del tutto estranea l'amministrazione e la direzione dei lavori da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

Fanno comunque carico all'amministrazione o all'ente proprietario gli oneri relativi a spostamenti temporanei e/o definitivi di cavi o condotte che si rendessero necessari.

14.2. Caratteristiche generali

Gli impianti di illuminazione esterna saranno realizzati con apparecchi di illuminazione montati su pali, allo scopo di illuminare le aree interessate. L'illuminazione potrà essere di tipo ordinario, di sicurezza o

di riserva in base alle caratteristiche ambientali e di sicurezza da realizzare. I comandi potranno essere di tipo manuale o automatico con l'ausilio di interruttori crepuscolari o interruttori orari a seconda delle esigenze impiantistiche. I componenti dell'impianto dovranno avere grado di protezione \geq IP43 se installati a meno di 3 m dal suolo e \geq IP23 se superiori a 3 m dal suolo. Il livello di illuminamento notturno può essere diminuito mediante spegnimento di alcune lampade.

Le apparecchiature elettriche installate dovranno essere realizzate con materiali resistenti agli agenti atmosferici e alle azioni meccaniche, chimiche e termiche. I cavi dovranno avere un isolamento equivalente alla classe II, preferibilmente mediante posa all'interno di tubazioni o cavidotti, ed essere dichiarati adatti dal costruttore alle condizioni di posa previste. Le lampade potranno essere di tipo diversificato a seconda delle caratteristiche ambientali esterne mentre gli apparecchi di illuminazione, se installati a meno di 3 m dal suolo, dovranno essere smontabili solo con l'ausilio di chiave o attrezzo. Dovrà essere utilizzato materiale elettrico costruito a regola d'arte, recante un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ), ovvero dovrà essere verificato che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti dovranno essere adatti all'ambiente in cui sono installati e avere caratteristiche tali da resistere alle azioni alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle Norme ed alle Tabelle di unificazione applicabili alle tipologie di impianti da realizzare; dovranno inoltre essere contraddistinti dalla marcatura CE che ne comprovi la rispondenza ai criteri costruttivi di sicurezza stabiliti dalle direttive CEE ad essi applicabili.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando le simbologie normalizzate in vigore nella CEE e la lingua italiana e, se previsto, identificati in modo visibile con il codice del componente indicato sulle tavole di progetto. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua Italiana.

14.3. Designazione delle opere da eseguire

Nell'appalto in oggetto è prevista la realizzazione, alle condizioni e con le modalità previste dai documenti di contratto, dei seguenti impianti:

- impianto di illuminazione per aree esterne (urbane e stradali) e lavori edili connessi.

14.4. Definizioni relative agli impianti elettrici

Per le definizioni relative agli elementi costitutivi e funzionali degli impianti elettrici specificati negli articoli valgono quelle stabilite dalle vigenti Norme CEI.

Definizioni particolari, ove ritenuto necessario ed utile, sono espresse, in corrispondenza dei vari impianti, nei rispettivi articoli.

Definizioni

- Lumen: è l'unità di misura del flusso emesso dalle sorgenti luminose;
- Lux: è l'unità di misura del valore di illuminazione (illuminamento) = 1 lumen ricevuto per m²;
- coefficiente di utilizzazione: è il rapporto fra il flusso utilizzato e quello emesso. Tale rapporto dipende da molte circostanze, ad esempio: tipo dell'apparecchio illuminante, sua posizione; dimensione d'ambiente, colore delle pareti, distanza e natura delle sorgenti, ecc.

14.5. Requisiti di rispondenza a norme, Leggi e regolamenti

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte. Sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle norme CEI, secondo l'Articolo 2 della Legge 1 marzo 1968, n. 186, della Legge 5 marzo 1990, n. 46 e del regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447. Gli impianti devono essere realizzati in conformità alle seguenti leggi, decreti e norme:

- L.R. n 15/2007: Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici.;

- CEI 11-17(1981) e variante V1 (1989): impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- Norme CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori [..]" – V edizione – fascicoli 7321C ÷ 7327C;
- Norma CEI 64-7: "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari"
- CEI 11-1, CEI 11-8, CEI 11-17, UNI 10439, UNI-EN 40;
- D.P.R. 547/55: norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- D.Lgs. 626/94: sicurezza e salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro;
- Norma CEI 17-13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). - Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)"
- D.Lgs 626/96: attuazione direttiva CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico;
- prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda locale distributrice dell'energia elettrica;
- prescrizioni e indicazioni della TELECOM;
- prescrizioni delle Autorità locali.

14.6. Parti di impianto dismesse o sostituite

Tutte le parti di impianto esistente dismesse, sostituite o comunque non riutilizzate dovranno essere rimosse. La D.L preciserà di volta in volta quali componenti dei materiali di risulta l'Amministrazione intenda recuperare. L'Appaltatore sarà responsabile dei materiali di risulta di proprietà dell'Appaltante; pertanto in caso di rotture o degradamenti dovuti ad omessa o cattiva conservazione dei materiali stessi l'Appaltatore medesimo dovrà pagarne il valore come nuovi, ai prezzi di contratto, o in mancanza di questi, al valore commerciale aumentato del 25 % e maggiorato del ribasso di aggiudicazione.

L'Appaltatore sarà tenuto ad effettuare lo smontaggio e l'accantonamento con la necessaria cura ed a provvedere al trasporto degli stessi nei luoghi di deposito che gli saranno indicati.

14.7. Viabilità nei cantieri

Durante i lavori deve essere assicurata nei cantieri la viabilità delle persone e dei veicoli.

I viottoli e le scale con gradini ricavati nel terreno o nella roccia devono essere provvisti di parapetto nei tratti prospicienti il vuoto quando il dislivello superi i 2,00 m.

Alle vie di accesso ed ai punti pericolosi non proteggibili devono essere apposte segnalazioni opportune e devono essere adottate le precauzioni necessarie per evitare la caduta di gravi dal terreno a monte dei posti di lavoro.

14.8. Scavi e rilevati

Gli scavi ed i rilevati saranno eseguiti conforme le previsioni di progetto, salvo le eventuali varianti indicate dalla Direzione dei lavori.

L'Appaltatore dovrà consegnare gli scavi, i rilevati e i riempimenti in genere, al giusto piano prescritto, con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene tracciati e profilati, compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori, fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e sistemazione delle scarpate e banchine e l'espurgo dei fossi.

Nella esecuzione degli scavi l'appaltatore dovrà procedere in modo che i cigli siano diligentemente profilati, le scarpate raggiungano l'inclinazione prevista nel progetto o che sarà ritenuta necessaria allo scopo di impedire scoscendimenti, restando egli, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere altresì obbligato a provvedere, a suo carico e spese, alla rimozione delle materie franate.

L'appaltatore dovrà sviluppare i movimenti di materie con adeguati mezzi e con sufficiente mano d'opera in modo da dare gli scavi, possibilmente, completi a piena sezione in ciascun tratto iniziato. Inoltre, dovrà aprire senza indugio i fossi e le cunette occorrenti e, comunque, mantenere efficiente, a sua cura e spese, il deflusso delle acque, se occorre, con canali fugatori.

Le materie provenienti dagli scavi per l'apertura della sede stradale, non utilizzabili e non ritenute idonee, a giudizio della D.L., per la formazione dei rilevati e per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori dal cantiere, depositandole su aree che l'Appaltatore deve provvedere a sua cura e spese.

Le località per tali depositi a rifiuto dovranno essere scelte in modo che le materie depositate non arrechino danni ai lavori, od alle proprietà pubbliche o private, nonché al libero deflusso delle acque pubbliche o private.

La direzione dei lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fognature, cunicoli, camini e fosse in genere, come stabilisce l'art.15 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono essere adottate idonee misure contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

14.9. Scavi delle trincee per la posa dei cavidotti

Gli scavi per la posa in opera dei cavidotti devono essere costituiti da tratte rettilinee (livellette) raccordate da curve. Qualora fossero necessarie deviazioni, si utilizzeranno i pezzi speciali di corrente produzione o loro combinazioni delle specifiche tubazioni. L'andamento serpeggiante, sia nel senso altimetrico sia planimetrico, dovrà essere quanto più possibile evitato.

La larghezza degli scavi dovrà essere tale da garantire la migliore esecuzione delle operazioni di posa in opera in rapporto alla profondità, alla natura dei terreni, ai diametri delle tubazioni ed ai tipi di giunti da eseguire.

L'appaltatore ha l'obbligo di effettuare, prima dell'inizio dei lavori, il controllo ed il coordinamento delle quote altimetriche esistenti alle quali i cavidotti da posare dovranno eventualmente coordinarsi.

Qualora, per qualunque motivo, si rendessero necessarie modifiche alle quote altimetriche di posa, prima dell'esecuzione dei relativi lavori sarà necessaria l'autorizzazione della direzione dei lavori.

In caso di inosservanza a quanto prescritto e per le eventuali variazioni non autorizzate alle quote altimetriche, l'appaltatore dovrà, a propria cura e spese, apportare tutte quelle modifiche alle opere eseguite che, a giudizio della direzione dei lavori, si rendessero necessarie per garantire la funzionalità delle opere in appalto.

Le radici degli alberi in corrispondenza della trincea nella zona interessata all'attraversamento della condotta devono essere accuratamente eliminate.

Interferenze con edifici

Quando gli scavi si sviluppino lungo strade affiancate da edifici, si dovrà operare in modo da non ridurre la capacità portante dell'impronta delle fondazioni esistenti. Gli scavi devono essere preceduti da attento esame delle fondazioni, integrato da sondaggi rivolti ad accertarne natura, consistenza e profondità, quando si possa presumere che lo scavo della trincea risulti pericoloso per la stabilità dei fabbricati. Verificandosi tale situazione, l'appaltatore dovrà ulteriormente procedere, a sue cure e spese, ad eseguire i calcoli di verifica della stabilità nelle peggiori condizioni che si possano determinare durante i lavori e progettare le eventuali opere di presidio, provvisorie o permanenti, che risulti opportuno realizzare.

Le prestazioni relative all'esecuzione dei sondaggi e alla realizzazione delle opere di presidio alle quali - restando ferma ed esclusiva la responsabilità dell'appaltatore - si sia dato corso secondo modalità consentite dalla direzione dei lavori, faranno carico alla stazione appaltante e verranno remunerate ai prezzi d'elenco.

Qualora, lungo le strade sulle quali si devono realizzare le opere, qualche fabbricato presenti lesioni o, in rapporto al suo stato, induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'appaltatore redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di un'adeguata documentazione fotografica e installando, all'occorrenza, idonee spie.

Attraversamento di manufatti

Nel caso si debbano attraversare manufatti, deve assolutamente evitarsi di murare le tubazioni negli stessi, in quanto ciò potrebbe provocare la rottura dei cavidotti agli incastri in dipendenza degli inevitabili anche lievi assestamenti delle tubazioni e del manufatto. Bisogna invece provvedere alla creazione di un certo spazio fra muratura e tubo fasciando quest'ultimo per tutto lo spessore del manufatto con cartone ondulato o cemento plastico.

Ad ogni modo è sempre buona norma installare un giunto immediatamente a monte ed uno immediatamente a valle del tratto di tubazione che attraversa la parete del manufatto; eventuali cedimenti saranno così assorbiti dall'elasticità dei giunti più prossimi.

Interferenze con servizi pubblici sotterranei

Prima dell'inizio dei lavori di scavo, sulla scorta dei disegni di progetto e/o mediante sopralluoghi con gli incaricati degli uffici competenti, si devono determinare con esattezza i punti dove i cavidotti interferiscono con servizi pubblici sotterranei (condutture per acqua e gas, cavi telefonici e simili, nonché manufatti in genere).

Nel caso di intersezione, i servizi interessati devono essere messi a giorno ed assicurati solo alla presenza di incaricati degli uffici competenti. In ogni caso, appena venga scoperto un condotto non in precedenza segnalato, appartenente ad un servizio pubblico sotterraneo, o si verifichi un danno allo stesso durante i lavori, l'appaltatore dovrà avvertire immediatamente l'Ufficio competente.

I servizi intersecati devono essere messi a giorno mediante accurato scavo a mano, fino alla quota di posa, assicurati mediante un solido sistema di puntellamento nella fossa e - se si tratta di acquedotti - protetti dal gelo nella stagione invernale, prima di avviare i lavori generali di escavazione con mezzi meccanici.

Le misure di protezione adottate devono assicurare stabilmente l'esercizio dei servizi intersecati. Qualora ciò non sia possibile, su disposizione della direzione dei lavori, sentiti gli uffici competenti, si provvederà a deviare i servizi stessi.

Saranno a carico della stazione appaltante esclusivamente le spese occorrenti per quegli spostamenti dei pubblici servizi che, a giudizio della direzione dei lavori, risultino strettamente indispensabili. Tutti gli oneri che l'impresa dovrà sostenere per le maggiori difficoltà, derivanti ai lavori a causa dei servizi stessi, si intendono già remunerati dai prezzi stabiliti dall'elenco per l'esecuzione degli scavi.

Nell'esecuzione degli scavi in trincea, l'appaltatore - senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso - dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal direttore dei lavori. Pure senza speciale compenso - bensì con semplice corresponsione dei prezzi o delle maggiorazioni che l'elenco stabilisce in funzione delle varie profondità - l'appaltatore dovrà spingere gli scavi occorrenti alla fondazione dei manufatti fino a terreno stabile. La suola della fossa deve essere realizzata conformemente alla pendenza di progetto, avendo cura di ripristinare l'originaria portanza del terreno smosso, mediante adeguato costipamento.

Materiali di risulta

Senza che ciò dia diritto a pretendere maggiorazioni sui prezzi d'elenco, i materiali scavati che, a giudizio della direzione dei lavori, possano essere riutilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le massicciate stradali, le cotiche erbose ed il terreno di coltivo, devono essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali d'interesse prima di approfondire le trincee.

In particolare, l'appaltatore dovrà realizzare una tempestiva intesa con l'autorità stradale competente, al fine di identificare le modalità ed i luoghi più idonei per l'accatastamento dei materiali da riutilizzare per il successivo ripristino della massicciata stradale.

Di norma, i materiali scavati che risultino idonei per il rinterro devono essere depositati sempreché sia disponibile la superficie necessaria, in modo tale da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico stradale e l'attività delle maestranze.

Il materiale scavato dovrà essere accumulato con un'inclinazione corrispondente all'angolo di scarpa naturale. In generale devono essere adottati tutti gli accorgimenti atti a impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a cure e spese dell'appaltatore.

Tra lo spigolo superiore dello scavo ed il piede della scarpata del materiale di risulta, si deve mantenere libera una striscia sufficiente, come corsia dell'escavatore e per il trasporto dei materiali.

Nel deposito dei materiali di risulta, si deve prestare attenzione a non coprire gli idranti, i pozzetti d'ispezione ai condotti dei servizi pubblici sotterranei, i pozzetti per le acque di pioggia stradali e manufatti simili.

Nel caso in cui i cumuli dei materiali di risulta siano adiacenti ad alberature stradali, i tronchi degli alberi devono essere protetti con tavole di legno.

Di norma, i materiali occorrenti per le canalizzazioni ed i materiali da riutilizzare per la massicciata stradale devono essere accatastati sul lato della fossa opposto a quello ove vengono realizzati i cumuli per il rinterro, avendo cura di mantenere libera una striscia sufficiente per il trasporto dei materiali.

I materiali di risulta esuberanti e quelli non adatti al rinterro devono essere caricati sui mezzi di trasporto direttamente dagli escavatori o dagli operai addetti allo scavo e mandati a scarica senza deposito intermedio. Qualora, in particolare su strade strette, non sia possibile l'accumulo dei materiali di scavo accanto alla fossa, i materiali idonei al reimpiego devono essere direttamente caricati sui mezzi di trasporto e portati ad un deposito intermedio, prescritto o comunque accettato dalla direzione dei lavori, ovvero al rinterro dei tronchi di canalizzazione già ultimati.

Tipologie di scavi

In base agli elementi geometrici degli scavi normalmente utilizzati, si potranno presentare le seguenti tipologie:

- Trincea stretta. È la migliore sistemazione nella quale collocare, ad esempio, un tubo di PVC in quanto viene alleggerito dal carico sovrastante, riuscendo a trasmettere parte di esso al terreno circostante in funzione della deformazione per schiacciamento alla quale il manufatto è sottoposto;
- Trincea larga. Il carico sul tubo è sempre maggiore di quello relativo alla sistemazione in trincea stretta.

14.10. Rinterro dei cavidotti

Generalità

Non si procederà in alcun caso al rinterro se prima non sia stata controllata la corretta posizione dei cavidotti.

Esecuzione del rinterro

L'esecuzione della base d'appoggio e del rinterro sarà effettuata con materiali compatibili con le condizioni di costipamento necessarie e previa accettazione della direzione dei lavori.

La ricopertura minima della condotta per qualsiasi materiale deve risultare di 80-100 cm. Per altezze del rinterro inferiori a quelle sopra stabilite, il riempimento dovrà essere eseguito con interposizione di un diaframma rigido di protezione e ripartizione dei carichi, collocato sullo strato superiore del materiale incoerente e calcolato tenendo conto delle caratteristiche dei terreni di posa, dello scavo e della resistenza meccanica del tubo impiegato.

Il materiale per il rinterro verrà sistemato e costipato a mano per formare strati successivi di 15-30 cm, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto il tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. Durante tale operazioni verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. La compattazione dovrà eseguirsi preferibilmente con vibrator a piastra regolabili di potenza media o con altri mezzi meccanici.

Il rinfianco dovrà essere eseguito apportando, in un primo tempo, il materiale su entrambi i lati delle tubazioni e poi spingendo il materiale sotto il tubo con l'aiuto di una pala e costipandolo a mano o con idonei compattatori leggeri meccanici (stando bene attenti a non danneggiare i cavidotti). L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato degli elementi con diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali ed animali.

La compattazione dovrà essere effettuata esclusivamente sulle fasce laterali, al di fuori della zona occupata dalle tubazioni.

Gli inerti con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati

Infine verrà lasciato uno spazio libero per l'ultimo strato di terreno vegetale o per la finitura stradale.

Raccomandazioni per la compattazione

Considerato che una eccessiva compattazione o una compattazione con apparecchiature non appropriate possono far deformare il tubo, debbono essere rispettate le seguenti raccomandazioni:

Terreni a grana grossolana con 5% di fini

La massima densità si otterrà con la compattazione, la saturazione e la vibrazione; il rinterro sarà posato in strati da 0,15 a 0,30 m. Si dovrà evitare il galleggiamento della tubazione durante la saturazione del terreno. Non è consigliato l'uso del getto d'acqua, in quanto potrebbe comportare il dilavamento del terreno di supporto laterale del tubo.

La posa del rinterro al di sopra del tubo dovrà evitarsi mentre viene saturata la zona di materiale attorno al tubo, in quanto questa condizione caricherebbe il tubo prima che inizi la reazione di assestamento.

Terreni a grana grossolana con 5-12% di fini

La compattazione dei terreni che presentano una quantità di fini compresa tra il 5 ed il 12 % si dovrà eseguire mediante costipamento o saturazione e vibrazione.

Terreni a grana grossolana con > 12% di fini

I terreni a grana grossolana che presentano una quantità di fini maggiore del 12% si compattano meglio per costipazione meccanica in strati da 0,10 a 0,15 m.

Il direttore dei lavori potrà effettuare il controllo di deflessione dopo l'installazione e il ricoprimento dei primi tratti di tubo. L'appaltatore potrà proseguire i lavori soltanto dopo tale controllo.

Rinterri in situazioni particolari

Dopo un conveniente periodo di assestamento l'impresa provvederà alla sistemazione ed al ripristino delle massicciate e delle sovrastanti pavimentazioni preesistenti.

I rinterri e le massicciate ripristinate devono essere costantemente controllate dall'impresa che, quando ne risultasse la necessità, dovrà procedere a sua cura e spese alla ricarica degli stessi con materiale adatto, e ciò fino al conseguimento del collaudo.

Se gli scavi fossero avvenuti in terreno coltivo, il rinterro dovrà essere effettuato utilizzando, per lo strato superiore e per le successive ricariche, terra di coltura.

L'impresa, anche quando avesse rispettato le norme del presente paragrafo, rimarrà unica responsabile di ogni conseguenza alla viabilità ed alla sicurezza.

La stazione appaltante si riserva la facoltà di provvedere direttamente alla ricarica dei riempimenti nei casi di inadempienza dell'Impresa agli eventuali ordini di servizio redatti dalla direzione dei lavori, addebitando tutte le spese all'impresa appaltatrice.

14.11. Tipo di cavi

Le linee sotterranee in cavo saranno eseguite passando i conduttori all'interno delle tubazioni adottando scrupolosamente le sezioni indicate negli elaborati di progetto. Per la realizzazione delle condutture condutture saranno utilizzati conduttori a corda flessibile in rame con isolamento in gomma etilpropilenica HEPR ad alto modulo con guaina in pvc speciale di qualità Rz (temperatura massima di funzionamento 90°C, temperatura di cortocircuito 250°C, temperatura minima di posa 0°C, tensione di isolamento 0.6/1 kV) del tipo FG7(O)R, per posa fissa all'interno o all'esterno, o per posa interrata, unipolari o multipolari, conformi alle Norme CEI 20-13, 20-35, 20-22 II e 20-37 I; tabella CEI UNEL 35375 e 35377.

Isolamento dei cavi per le linee in B.T.

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (Uo/U) non inferiori a 450/750V (designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale, con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore. I cavi interrati dovranno essere dotati di guaina protettiva ed essere adatti a tensioni verso terra e nominali (Uo/U) di 0,6/1kV.

Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro saranno contraddistinti dalla colorazione BLU CHIARO, i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità dalla colorazione GIALLO-VERDE; tali colorazioni dovranno essere mantenute per

tutta la lunghezza delle condutture. Quando vengano utilizzati conduttori con guaina l'identificazione dovrà avvenire con fascettatura degli stessi mediante nastro di apposita colorazione in tutti i luoghi accessibili (cassette, quadri, pozzetti ecc.).

Corrente di impiego

I conduttori saranno dimensionati in base al tipo di posa ed in funzione del valore di corrente assorbita dall'utilizzatore alimentato o della corrente nominale della presa nel caso di circuiti terminali.

Il tipo di posa considerato dovrà essere quello prevalente, quando condizioni particolari che possano ridurre in modo sensibile la portata dei cavi siano verificate per tratti molto brevi e non influenti sulla vita della condotta (es. attraversamenti di pareti di una condotta che sia posata in aria libera).

Le linee di distribuzione ai diversi gruppi di utilizzatori saranno dimensionate in funzione delle correnti prelevate, tenuto conto dei coefficienti di utilizzazione dei singoli carichi e della loro contemporaneità d'uso: in particolare si considereranno pari a 1 i coefficienti relativi alle utenze suscettibili di essere in funzione contemporaneamente (illuminazione ordinaria, apparecchiature degli impianti tecnologici, ecc.).

Le linee di alimentazione dei quadri elettrici, salvo casi particolari, saranno dimensionate sulla base del valore di assorbimento presunto delle utenze derivate, tenuto conto dei coefficienti di utilizzazione e contemporaneità, con un coefficiente di riserva non inferiore al 20% (salvo diverse indicazioni).

Sezioni minime

Le sezioni minime dei conduttori di rame ammesse sono:

- per i circuiti di potenza: $1,5 \text{ mm}^2$
- per i circuiti di comando: $0,5 \text{ mm}^2$

Il conduttore di neutro dovrà avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofasi
- nei circuiti polifasi, quando la sezione dei conduttori di fase (in Cu) $\leq 16 \text{ mm}^2$

Nei circuiti polifase, se la sezione dei conduttori di fase $\geq 16 \text{ mm}^2$, il conduttore di neutro potrà avere una sezione inferiore a quella delle fasi a condizione però che vengano rispettate contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che può percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia di valore superiore a quella ammessa dalla sua ridotta sezione.
- la sezione del conduttore (Cu) del neutro sia 16 mm^2 (CEI 64-8/5 art. 524.3).

Energia specifica passante

Per tutte le linee dovrà essere verificata la capacità della condotta di sopportare l'energia specifica lasciata transitare dal dispositivo di interruzione. Per quanto riguarda questo argomento si veda la sezione "Protezione delle condutture".

Cadute di tensione

La caduta di tensione massima sull'utilizzatore non dovrà superare, a regime, il 4% del valore nominale della tensione di fornitura.

In generale le cadute di tensione saranno così suddivise nei vari rami dell'impianto:

- 0,5 % massimo fra il punto di fornitura ed il quadro generale di distribuzione;
- 0,5 % fra il quadro di distribuzione e gli eventuali sottoquadri;
- 3% lungo le linee terminali (distribuzione alle utenze).

Questi valori sono indicativi e vanno adeguati alle considerazioni di natura tecnica ed economica correlate alla specifica realtà impiantistica.

Identificazione dei conduttori

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712, in particolare il neutro "blu chiaro" e quello di protezione giallo-verde.

Tutte le linee di collegamento dovranno essere singolarmente identificate, mediante un codice univoco corrispondente a quanto riportato sulle documentazioni di progetto e finali da utilizzare per la manutenzione. La codifica, che dovrà essere riportata sul cavo in modo leggibile, inequivocabile ed indelebile, dovrà essere indicata in partenza ed in arrivo della linea e, per le linee di distribuzione, ad ogni cassetta nella quale siano presenti più conduttori dei quali anche solo uno sia derivato. La Direzione lavori potrà chiedere di riportare la codifica del cavo anche in altri punti quando le linee non siano chiaramente identificabili senza possibilità di errore. Il tipo di codifica, se non indicato nel progetto, dovrà essere sottoposto alla preventiva approvazione della Direzione lavori.

14.12. Modalità di installazione dei cavi

I cavi dovranno sempre godere di una protezione meccanica adeguata al luogo di installazione. Non sono ammessi cavi posati a vista in transito in zone che siano accessibili a personale non addestrato.

Le condutture dovranno essere installate in modo tale da non creare intralcio né nei confronti degli utilizzatori né degli operatori ed addetti alla struttura, oltre che garantire la massima sicurezza delle cose e persone. Le risalite cavi dovranno essere protette contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad una altezza di 2,5 metri dal piano di calpestio.

La posa dei cavi dovrà tener conto di numerosi fattori quali le condizioni ambientali, la facilità di manutenzione, la sicurezza e l'affidabilità. Nel caso specifico le condutture saranno realizzate con cavi unipolari, con guaina, tensione di isolamento 0,6/1kV, posati in tubazioni interrato.

Le giunzioni, le derivazioni, le terminazioni dei cavi unipolari o multipolari dovranno essere eseguite rigorosamente secondo le vigenti Norme CEI e secondo le disposizioni del Costruttore.

Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, in tubazioni interrate

La posa entro tubo (condotto) interrato è possibile solo per i cavi con guaina. Per consentire la sfilabilità dei cavi il diametro interno dei condotti circolari dovrà essere pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi, con un minimo di 32 mm.

Le tubazioni dovranno essere collocate ad una profondità dal piano di calpestio non inferiore a 50 cm e, comunque, tale da prevenire qualsiasi tipo di danneggiamento dovuto al traffico e ai carichi prevedibili sul piano finito.

I tubi generalmente previsti per questo tipo di installazione sono quelli pieghevoli, lisci internamente e corrugati esternamente, realizzati in polietilene, costruiti secondo le Norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, posato sul fondo di uno scavo a sezione obbligata. La posa dovrà essere fatta rispettando le seguenti prescrizioni:

- se il terreno sul quale va effettuata la posa è formato da pietrisco di dimensioni e forme tali da costituire pericolo di offesa meccanica per la tubazione od anche, semplicemente, di schiacciamento tale da modificarne la forma della sezione di passaggio interna, sarà necessario provvedere alla formazione di un adeguato letto di posa mediante uno strato di sabbia dello spessore di almeno 10 cm in corrispondenza del tracciato del tubo;
- il ritombamento della tubazione dovrà essere eseguito mediante sabbia o pietrisco fine (vagliato al massimo ad 1 cm) o mediante terreno vegetale privo di trovanti rocciosi;
- dopo il completamento delle operazioni di posa e chiusura della traccia il materiale, compattato, dovrà essere bagnato, a più riprese, per favorirne l'assestamento e ridurre il pericolo di cedimento dello strato di finitura superiore;
- i terminali dei tubi affioranti dallo scavo dovranno essere chiusi mediante appositi tappi o con altri metodi di sicura efficacia, atti ad impedire l'ingresso di materiali e liquidi nella tubazione;
- lungo tutto il tracciato della tubazione dovrà essere posata una fettuccia di segnalazione della presenza di cavi elettrici, ad una distanza dal filo superiore del tubo non inferiore a 300 mm;
- gli incroci ed i parallelismi con altri sistemi dovranno essere eseguiti in conformità con le prescrizioni normative e con le disposizioni degli Enti proprietari od esercenti gli impianti.

Lungo il condotto interrato è opportuno predisporre dei pozzetti rompitratta per facilitare l'infilaggio dei cavi, in particolare nei punti in cui il condotto cambia direzione. Tali pozzetti dovranno essere collocati ad una distanza tra loro non superiore a 30 m per tratti rettilinei e a 15 m per tratti curvi.

Posa di cavi elettrici, isolati, sotto guaina, per posa diretta sulla muratura

La posa a parete con fissaggio mediante graffette, cavallotti, ecc. potrà essere effettuata solo se si utilizzano cavi con guaina e conduttori rigidi. Gli stessi cavi potranno essere anche posati su mensole la cui interdistanza sia funzione del diametro del cavo.

La posa su funi portanti richiede l'uso di cavi con guaina. Il fissaggio alla fune sarà effettuato mediante fascette metalliche poste ad intervalli non superiori a 20 D, essendo D il diametro esterno del cavo.

14.13. Conessioni

Tutti i terminali dei cavi dovranno essere numerati con adeguate nastrature o fascette, i cavi dovranno essere muniti di targhette di identificazione in ogni pozzetto ed in corrispondenza di ogni arrivo o partenza dai quadri elettrici. Tutte le terminazioni saranno eseguite con capicorda a compressione, tutte le viterie si intendono in ottone nichelato e tutte le singole anime si intendono protette con nastri e/o guaine per impedire l'invecchiamento dell'isolante.

L'onere della tesatura dei cavi è calcolato tenendo conto delle particolari condizioni di disagio dovuto alle profondità o stato di conservazione di alcune delle condutture esistenti e comprende gli oneri per eventuale utilizzo di pompe di spurgo per acque di risulta, ecc. Resta a carico dell'impresa, e quindi compreso nel costo dei cavi, l'eventuale infilaggio di cavi pilota, la revisione, il ripristino e le pulizie delle tubazioni esistenti. Nel costo del cavo si intendono anche compresi gli accessori di giunzione e guarnizione (giunti, cassette, scatole, morsetti, fascette, muffole, ecc.); per il passaggio a pareti verticali, dei relativi ganci, fascette, rastrelliere e lame (tutta la ferramenta si intende zincata a caldo). Le derivazioni agli apparecchi di illuminazione saranno effettuate con cassetta di connessione in classe II.

Le giunzioni, le derivazioni, le terminazioni dei cavi unipolari o multipolari dovranno essere eseguite rigorosamente secondo le vigenti Norme CEI, e secondo le disposizioni delle maggiori case costruttrici. Le connessioni dei cavi posati interrati, posati all'esterno, saranno realizzate all'interno dei pozzetti mediante:

- giunzioni con isolamento in resina epossidica bicomponente colata in un involucro di gomma sigillato, previa giunzione dei conduttori mediante morsetti lineari a compressione (muffole);
- morsetti a compressione, isolati con doppio strato di nastro autoagglomerante e protetti successivamente con doppio strato di nastro isolante in pvc.

In alternativa alle muffole a resina colata potranno essere utilizzate giunzioni riutilizzabili in contenitore plastico, con riempimento isolante in gel, rimovibile.

Le muffole saranno posate esclusivamente nei pozzetti in muratura o prefabbricati. Tutte le connessioni devono essere accessibili per l'ispezione, le prove e la manutenzione. Al posto delle muffole a resina colata potranno essere utilizzate anche giunzioni riutilizzabili in contenitore plastico, con riempimento isolante in gel, rimovibile.

Tutti i cavi entro pozzetti o cunicoli, qualora fossero posati su più strati orizzontali, dovranno essere mantenuti separati tra loro mediante opportune staffe e supporti onde favorire la ventilazione naturale; i cavi posati a parete o su strutture di qualsiasi genere, dovranno essere fissati con idonee staffe reggicavo.

Nel prezzo unitario in opera, per metro, la Ditta Appaltatrice dovrà tenere conto delle maggiori lunghezze messe in opera nella posa dei cavi, in quanto nel prezzo di cui all'elenco Prezzi sono comprese le maggiori lunghezze da dare al cavo per la tesatura e gli sprechi, oltre che per gli accessori di giunzione e derivazione.

14.14. Tubi protettivi, cavidotti e canali

A meno che non si tratti di installazioni volanti, i conduttori dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc. Dette protezioni potranno essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

14.15. Tipi di tubi protettivi e cavidotti

Per condutture interrate potranno essere utilizzati tubi rigidi in PVC bicchierati o tubi pieghevoli in polietilene corrugati a doppia parete (liscia internamente); in ogni caso devono avere una resistenza allo schiacciamento di 750 N (classificazione 3), resistenza all'urto con martello di massa e altezza di caduta variabili a seconda del diametro (classificazione 3 o 4), con temperature di applicazione minima -5°C, massima 60°C, rigidità dielettrica maggiore di 2000 V a 50 Hz e resistenza di isolamento superiore a 100 Mohm per 500V di esercizio per 1 minuto.

14.16. Pozzetti interrati

Per le giunzioni dei cavi e/o per le derivazioni da condutture interrate saranno utilizzati pozzetti prefabbricati in cls, a fondo perpendicolare, realizzati in conglomerato cementizio vibrato e posati su un massetto di sottofondo, dello spessore minimo di 3 cm; l'altezza dei pozzetti sarà correlata con la profondità di posa delle condutture; i pozzetti saranno completi di chiusino in cls, in lamiera striata, o in ghisa, in relazione al luogo di installazione; i raccordi con le tubazioni afferenti saranno debitamente sigillati con malta di cemento, in modo tale da limitare l'ingresso di materiale sia durante la chiusura degli scavi, sia dopo la messa in funzione degli impianti. Tutti i pozzetti saranno privi di fondo per permettere il deflusso dell'acqua.

14.17. Componenti per impianti di illuminazione

Pali per illuminazione pubblica

La struttura dei pali di sostegno degli apparecchi di illuminazione deve essere calcolata in base ai requisiti sulle strutture in cementi armati e per le strutture metalliche.

I pali per illuminazione pubblica saranno conici o cilindrici rastremati, a sezione circolare, ricavati da lamiera in acciaio Fe430 UNI EN 10025, formati mediante laminazione a caldo di un tubo saldato a resistenza. Il processo di saldatura sarà eseguito in conformità alle norme ASME sez. IX e C.N.R. UNI 10011, atto a garantire una penetrazione minima del 60%. La finitura e la protezione sarà realizzata mediante zincatura a caldo secondo le norme UNI EN 40/4.

Saranno accessoriati, nel caso specifico, dal solo foro ingresso cavi posto con mezzeria a mm. 350 dalla base, avente dimensioni di mm 132x38; trattandosi di impianto di classe 2, non necessita il bullone per il collegamento all'impianto di terra; le giunzioni dei conduttori saranno realizzate nella morsetteria a 4 poli collocata all'interno del palo, chiusa con un apposito portello, apribile mediante chiave triangolare.

Le tolleranze dimensionali saranno conformi alla norma UNI EN 40 parte 2^a punto 8:

- Altezza: I valore maggiore tra +/- 0,5% dell'altezza totale del palo, oppure +/- 25 mm.
- Rettilineità: lo scostamento ammesso è minore o uguale a 0,003 dell'altezza totale del palo;
- Circonferenza: +/- 1% dello sviluppo nominale della lamiera.
- Ø esterno: +/- 3% del diametro calcolato in base alla misura della circonferenza
- Spessore: per spessori da 3 a 4 mm. +/- 0,3 mm.

Apparecchi per illuminazione stradale e per arredo urbano

Per l'illuminazione stradale saranno adottati apparecchi di classe I (che necessitano di collegamento a terra), con lampada al led; gli apparecchi avranno preferibilmente una ottica regolabile in modo da ottimizzare l'utilizzo del flusso luminoso. Il flusso disperso dovrà essere conforme a quanto previsto dalle leggi regionali contro l'inquinamento luminoso;

Il montaggio dei corpi illuminanti dovrà essere realizzato con la massima accuratezza rispettando allineamenti e distanze per una perfetta distribuzione luminosa e del carico, nonché tutte le indicazioni per l'installazione fornite dalla ditta costruttrice e dalla Direzione dei Lavori.

Tipologia apparecchi

I corpi illuminanti hanno le caratteristiche indicate nei disegni di progetto e nelle descrizioni delle voci di elenco prezzi.

Dovranno essere rispettate :

Classe di isolamento: I o II

Classe di protezione: IP66

Presenza di protezione eventi atmosferici : Scaricatore SPD 10Kv

Caratteristiche Illuminotecniche:

Temperatura Colore: Tc <= 4000 K.

Resa Cromatica: CRI > 70

Efficienza ottica > 90%

Le fotometrie dovranno essere rese disponibili alla direzione lavori, e in caso di modifica della tipologia prevista in progetto dovrà essere fornita una nuova verifica illuminotecnica firmata da tecnico abilitato.

Durata di vita:

Vita economica: 100.000 ore

Flusso luminoso residuo superiore al 80% del flusso iniziale a T ambiente esterna media pari a 25 °C.

L'apparecchi dovrà rispondere alle normative locali Anti-Inquinamento luminoso.

Conformità :

EN60598-1 - EN60598-2-3 EN55015 - EN61547 - EN61000-3-2 - EN61000-3-3. EN62493 - EN62471
CE - ENEC - RoHS

14.18. Apparecchiature di sezionamento, protezione e comando

14.18.1. Apparecchi modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi dovranno essere del tipo modulare per fissaggio a scatto sul profilato normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18).

In particolare:

- gli interruttori automatici magnetotermici fino a 100 A saranno di tipo modulare, componibili, con potere di interruzione fino a 10 kA, caratteristica di intervento B, C, D, conformi alle Norme EN 60898 (CEI 23-3 IV ed.), classe di limitazione 3, sezione dei conduttori allacciabili fino a 25 mm² e possibilità di alimentazione dall'alto o dal basso; gli apparecchi dovranno poter essere accessoriati con dispositivi di apertura (lancio di corrente, minima tensione, emergenza ecc.) ovvero con contatti ausiliari o accessori relativi alla manovra (comando a motore, manovra rotativa ecc.); il comando di apertura-chiusura dovrà agire contemporaneamente su tutti i poli;
- gli interruttori differenziali saranno di tipo modulare componibile, per installazione singola, conforme alle Norme EN 61008-1 (CEI 23-42), o per installazione associata ad un interruttore magnetotermico, conforme alla norma EN 61009-1 (CEI 23-44) con corrente di intervento differenziale 0,01, 0,03, 0,3, 0,5, tipo AC (intervento per correnti di guasto alternate), tipo A (intervento per correnti di guasto alternate con componenti pulsanti unidirezionali) e di tipo A-S (intervento per correnti di guasto alternate con componenti di guasto pulsanti unidirezionali di tipo selettivo). Potranno essere utilizzati inoltre dispositivi differenziali selettivi a toroide separato, con regolazione delle soglie di intervento sia per quanto riguarda la corrente di guasto (0,03-5 A) sia per quanto riguarda il tempo (da 0 a 10 secondi), con riarmo automatico, indicazioni di I_{dn} dispersa, di avvenuto intervento e pulsante di test;
- le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE, ecc.) dovranno essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici; dovranno inoltre essere conformi alle rispettive norme di prodotto, ed adatti alle tensioni e alle correnti applicate.

14.18.2. Sezionatori

Caratteristiche generali

I dispositivi di sezionamento dovranno interrompere in modo efficace tutti i conduttori attivi del circuito sul quale sono inseriti. La manovra dovrà avvenire, generalmente, in modo simultaneo per tutti i conduttori; il conduttore di neutro potrà, in casi particolari, essere aperto in ritardo e chiuso in anticipo rispetto ai conduttori di fase.

Nei sistemi TN-C non dovranno essere inseriti dispositivi di sezionamento sul conduttore PEN; nei sistemi TN-S non sono richiesti il sezionamento o l'interruzione del conduttore di neutro salvo nei circuiti a due conduttori fase-neutro, quando tali circuiti abbiano a monte un dispositivo di interruzione (es. fusibile) sul neutro.

Queste indicazioni valgono anche per gli interruttori magnetotermici e differenziali.

Corrente nominale di impiego

È la corrente che il dispositivo può sopportare senza danno per un tempo indefinito.

Quando l'apparecchio sia inserito su un circuito sovraccaricabile dovrà essere protetto a monte da un dispositivo che assicuri l'interruzione del circuito in caso di sovraccarico; l'apparecchio si considera protetto anche quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione dai sovraccarichi installati a valle e direttamente derivati dall'apparecchio non superi quella nominale dello stesso.

Tenuta al cortocircuito

È il valore massimo di corrente in kA_{eff} che il dispositivo può sopportare senza danni.

Dovrà essere verificato che sul circuito vi sia un apparecchio di interruzione, generalmente installato a monte, che provveda all'apertura del circuito in caso di guasto, e che sia correttamente coordinato con le caratteristiche del sezionatore. Il coordinamento e la corretta scelta del sezionatore saranno verificati anche ai fini della tenuta al corto in chiusura del circuito, operazione che dovrà avvenire alla massima corrente di guasto presente nel punto di installazione senza danni per l'operatore.

L'interruttore automatico potrà essere inserito a valle del sezionatore se:

- la lunghezza della condotta di connessione non supera i 3 metri;

- il circuito è realizzato in modo da ridurre al minimo il rischio di corto circuito;
- non sussistono pericoli di incendio.

14.18.3. Interruttori magnetotermici

Corrente nominale di impiego

È la corrente che l'interruttore può portare per un tempo teoricamente infinito, comunque superiore alle 8 ore, e viene indicata come I_n . Questo valore è equivalente a quello della corrente termica convenzionale in aria libera I_{th} che rappresenta il valore massimo di corrente che l'interruttore può essere destinato a portare in regime costante in un ambiente mantenuto alla temperatura di riferimento (che è normalmente pari a 30 °C).

La corrente nominale degli apparecchi adottati dovrà essere uguale o superiore alla corrente di impiego del circuito derivato, tenendo in considerazione gli eventuali coefficienti di riduzione e delle reali condizioni di carico.

Ulteriori indicazioni sulla scelta di questo parametro sono contenute nella sezione relativa al dimensionamento e alla protezione delle linee.

Tensione nominale di impiego

È la tensione alla quale l'interruttore può essere sottoposto, in condizioni normali, per un tempo teoricamente infinito. Viene indicata come U_e . La stessa apparecchiatura può presentare valori di U_e diversi a seconda delle condizioni di esercizio, che devono essere chiaramente indicate dal Costruttore.

La tensione nominale degli interruttori utilizzati dovrà essere superiore al valore efficace della tensione del circuito sul quale l'apparecchio è inserito, nelle condizioni di esercizio previste.

Tensione nominale di isolamento e ad impulso

La prima è la tensione per il quale è dimensionato l'isolamento dell'interruttore ed è un parametro stabilito dalle norme di prodotto, in base alla tensione nominale ed alle condizioni di impiego; viene indicato come U_i .

Il secondo valore, indicato come U_{imp} è il valore di picco di una tensione impulsiva di forma definita che l'interruttore può sopportare in determinate condizioni di prova. Anche questo è un parametro stabilito dalle norme di prodotto e pertanto viene definito dal Costruttore.

Corrente convenzionale di intervento (I_f) e di non intervento (I_{nf})

Rappresentano rispettivamente il valore di corrente che, entro un tempo definito provoca sicuramente l'apertura dell'interruttore e il valore di corrente che l'apparecchio può portare per un tempo definito senza operare lo sgancio. È stabilito dalle norme in relazione alla corrente nominale ed altri parametri e dipende dalla Norma adottata, e sono i seguenti:

Norma	I_{nf}	I_f
CEI 17-5 (EN 60947-2)	$1,05 \times I_n$	$1,30 \times I_n$
CEI 23-3 (EN 60898)	$1,13 \times I_n$	$1,45 \times I_n$

I valori stabiliti entrano in gioco nella protezione dei conduttori.

Potere di interruzione

I relè magnetici dovranno essere in grado di interrompere la massima corrente presunta di corto circuito che può verificarsi nel punto di installazione, indicata sui documenti di progetto.

In caso di fornitura in bassa tensione fino a 15 kW, la corrente di guasto al punto di allaccio può essere assunta pari al valore adottato dall'Ente Fornitore per il limitatore di prelievo che è, generalmente, di 6 kA; opportune riduzioni potranno essere introdotte in dipendenza degli abbattimenti di tali valori dati dalle impedenze delle linee di connessione.

Dovrà essere assunto, per apparecchi conformi alla norma CEI 23-3, utilizzabili in tutte le condizioni nelle quali le correnti di cortocircuito siano inferiori a 25 kA, il valore di tenuta al cortocircuito indicato come I_{cn} , ovvero il "Potere di interruzione nominale in cortocircuito"; la tabella seguente indica i valori di I_{cs} corrispondenti a quelli della I_{cn} , secondo la norma CEI 23-3.

Potere di interruzione in kA								
I_{cn}	1,5	3	4,5	6	10	15	20	25
I_{cs}	1,5	3	4,5	6	7,5	7,5	10	12,5

14.18.4. Interruttori differenziali

Corrente nominale di intervento

È la corrente, stabilita dalle CEI EN 61008-1 e CEI EN 61009-1 che il Costruttore assegna all'interruttore differenziale e che provoca l'intervento del dispositivo in condizioni specificate. Il parametro viene indicato come $I_{\Delta n}$ oppure, più semplicemente, con il simbolo I_d .

Questo valore dovrà essere scelto in funzione del coordinamento con l'impianto di terra o dell'impedenza del circuito di guasto al fine di garantire la protezione dai contatti indiretti o la protezione contro gli incendi.

14.18.5. Contenitori per quadri elettrici

I contenitori dei quadri elettrici dovranno essere scelti in base alle caratteristiche di protezione meccanica richieste dal luogo di installazione e dalle attività che si svolgono in tale ambiente.

Il volume del contenitore, dovrà, se non diversamente indicato, deve essere dimensionato in modo tale che sia sufficiente per contenere, oltre alle apparecchiature previste nel progetto, aggiunte per ampliamenti futuri in percentuale del 30% minimo e recare installata una percentuale di partenze equipaggiate del 10%, con almeno un gruppo di riserva per ogni tipo installato. Sono ammesse deroghe a questa seconda disposizione quando la probabilità di ampliamenti sia remota.

Per ogni quadro dovrà essere determinata la sovratemperatura raggiunta all'interno e all'esterno (temperature superficiali) per effetto della potenza termica dissipata dai componenti installati: tale temperatura verrà determinata analiticamente secondo i criteri indicati dalla Norma CEI 17-43 (per i quadri classificati secondo la Norma CEI 17-13/1 come ANS). Tale potenza dovrà essere confrontabile con la massima dissipabile dalle carpenterie nelle situazioni di posa in modo tale che vengano contenute entro i limiti previsti sia la temperatura interna che quella superficiale delle parti a contatto.

Involucri per quadri in materiale isolante

I contenitori in materiale isolante, utilizzabili solo nel caso in caso di quadri di ridotte dimensioni (massimo 1000x800 mm), dovranno corrispondere alle prescrizioni della Norma CEI 23-49 o CEI 17-13, ed essere costituiti da cassette in materiale termoplastico o in poliestere caricato con fibre di vetro, con telaio portapparecchi (EN 50022) estraibile, per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina e dovranno essere disponibili con o senza porta (con chiusura a chiave universale o di sicurezza) con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 30; i quadri in materiale isolante dovranno avere attitudine a non innescare l'incendio per riscaldamento eccessivo; i quadri non incassati dovranno comunque avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650° C.

14.18.6. Quadri elettrici

Generalità

I quadri devono essere realizzati e provati secondo le norme CEI 17-13/1 o CEI 23/51 ed essere dotati della relativa dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore del quadro. Il quadro deve portare una targa con il nome o marchio di fabbrica del costruttore e il tipo o numero di identificazione. Deve risultare agevole l'accesso e la sostituzione di qualsiasi apparecchiatura componente il quadro, senza smontaggio di elementi non interessati. I quadri devono essere protetti con grado di protezione adatto all'ambiente d'installazione ed essere protetti dall'eventuale caduta di liquidi od oggetti dall'alto. Le sezioni di arrivo linee, utenze normali o preferenziali devono essere tra loro segregate.

I conduttori all'interno dei quadri devono essere legati in fasci di dimensioni adeguate o raccolti entro canalette facilmente ispezionabili, costruite in materiale non propagante l'incendio od incombustibile, i conduttori dovranno avere isolamento non propagante l'incendio e se richiesto in Elenco o indicato dalla D.L., a ridotta emissione di fumi, gas tossici e corrosivi secondo CEI 20-22111. Ciascun conduttore ed apparecchiatura componente il quadro, porterà una dicitura o sigla d'identificazione; la dicitura o sigla dovrà corrispondere a quella indicata sui disegni. Il prezzo a corpo compensa la fornitura, il trasporto, la mano d'opera, il cablaggio, il collaudo e la messa in servizio dei componenti e delle apparecchiature per dare l'opera finita e funzionante a regola d'arte.

Quadri elettrici

Tutti i quadri elettrici dovranno risultare conformi alle specifiche della Norma EN 64439-1-3 (CEI 17-13/1 e 17-13/3), classificati come quadri AS, ANS o ASD. Essi dovranno essere sottoposti alle prove di tipo ed alle prove individuali previste e dotati di dichiarazione di conformità, nonché di targa di identificazione e marcatura CE; non necessita il fascicolo tecnico previsto laddove il quadro sia realizzato interamente con materiali e apparecchiature già marcate CE. Per quanto riguarda i quadri ANS, la verifica della sovratemperatura potrà essere eseguita analiticamente con il metodo proposto dalla Norma CEI 17-43; la prova di tenuta al cortocircuito non necessita essere eseguita in quanto la corrente di cortocircuito nel punto di installazione risulta inferiore a 10 kA.

I quadri elettrici dovranno essere disposti in un ambiente non accessibile al pubblico; quando la loro installazione sia prevista in luoghi accessibili, gli stessi dovranno essere dotati di porta con chiusura a mezzo di chiave di sicurezza o mediante lucchetto. I quadri dovranno essere chiusi in modo da evitare la possibilità di penetrazione di corpi estranei, disposti in modo che le manovre siano semplici ed immediate e non accessibili al pubblico. Dove il grado di protezione richiesto dall'ambiente o dalla scelta progettuale sia superiore all'IP44 è necessario che gli ingressi dei cavi siano eseguiti attraverso pressacavi; negli altri casi sarà sempre necessario garantire un grado di protezione non inferiore all'IP21B.

Gli apparecchi installati saranno protetti da pannelli di chiusura, preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature, accessoriati con targhe indicatrici delle funzioni svolte dalle apparecchiature. Sul fronte dei pannelli ed all'interno del quadro dovranno essere disposti cartelli o targhette che diano una chiara indicazione della funzione dei diversi elementi e delle posizioni di aperto e chiuso degli interruttori; le identificazioni dei componenti possono essere costituite da lettere o cifre o simboli riportati sugli schemi elettrici di assieme e di montaggio. Le codifiche dei componenti posti sul fronte quadro dovranno essere visibili senza che sia necessario aprire il pannello di chiusura anteriore; in alternativa è possibile riportare le codifiche su un disegno del fronte quadro ("figurino") che deve essere fornito a corredo dell'equipaggiamento e collocato nei suoi pressi in modo da essere facilmente consultabile dal personale che vi accede.

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi saranno, dove possibile, di tipo modulare per fissaggio a scatto sul profilato normalizzato EN 50022.

Tutte le linee in partenza, sia di alimentazione che di segnale e comando, andranno collegate ai dispositivi interni del quadro attraverso apposite morsettiere, debitamente contrassegnate e numerate, salvo nei casi in cui, nei disegni, siano omessi i simboli dei morsetti sulla testa delle linee.

Tutti i quadri, le cui dimensioni lo permettano, saranno dotati di tasca portaschemi contenente gli schemi elettrici dell'equipaggiamento e le istruzioni d'uso di eventuali apparecchiature di comando, controllo, regolazione (es. programmatori orari), quando queste non siano d'uso intuitivo ed immediato o l'intervento su di esse possa generare dei pericoli.

Gli equipaggiamenti installati a parete dovranno, salvo casi particolari, essere fissati a supporti distanziatori che permettano un adeguato smaltimento del calore anche dal retro del contenitore ed impediscano la formazione di condensa fra la parete ed il quadro.

Quadri conformi alle norme CEI 17-13

Le norme più importanti per i quadri elettrici in bassa tensione sono le norme CEI EN 60439 (CEI 17-13), versione italiana delle norme europee CENELEC EN 60439 le quali hanno recepito le corrispondenti pubblicazioni IEC 439. La norma in questione è stata suddivisa in 4 parti, delle quali interessano il presente paragrafo le parti 1 e 3:

- Parte 1 (CEI 60439-1, classificazione CEI 17-13/1, norma europea EN 60439-1) - "Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo(AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)". Questa norma pubblicata nel 1995, e le successive varianti, è la versione italiana della Norma europea EN 60439-1 equivalente alla pubblicazione IEC 439-1. Essa distingue i quadri in 2 tipi fondamentali:
- AS (apparecchiature di serie soggette a prove di tipo).
- ANS (apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo).
- Parte 3 (CEI EN 60439-3 classificazione CEI 17-13/3) - "Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)". Questa norma, pubblicata nel 1992, modificata e integrata dalla variante CEI 60439-3A1, pubblicata nel marzo 1995, è la versione italiana della Norma Europea EN 60439-3 equivalente alla pubblicazione IEC 439 e fa riferimento ai quadri, di distribuzione con involucro, fissi, costruiti in serie e destinati ad applicazioni domestiche e ad altri luoghi con uso da parte di persone non qualificate (ovvero non istruite o avvertite sui pericoli dell'elettricità).

La norma italiana CEI 17-13/1 ha recepito dall'IEC le seguenti definizioni:

- Art. 2.1.1.1 APPARECCHIATURA DI PROTEZIONE E MANOVRA PER BASSA TENSIONE COSTRUITA IN SERIE (AS) Apparecchiatura di protezione e manovra conforme ad un tipo o ad un sistema costruttivo prestabilito senza scostamenti tali da modificarne in modo determinante le prescrizioni rispetto all'apparecchiatura tipo provata secondo quanto prescritto dalla presente norma.
- Art. 2.1.1.2 APPARECCHIATURA DI PROTEZIONE E MANOVRA PER BASSA TENSIONE COSTRUITA NON IN SERIE (ANS). Apparecchiatura di protezione e manovra contenente sia sistemazioni verificate con prove di tipo sia sistemazioni non verificate con prove di tipo, purché queste ultime siano derivate (ad esempio attraverso il calcolo) da sistemazioni verificate che abbiano le prove previste.

I due tipi di quadro hanno pari dignità normativa poiché gli eventuali calcoli di estrapolazione, necessari per i quadri ANS, fanno riferimento, con criteri riconosciuti validi dalle stesse norme, ad apparecchi totalmente provati con metodi diretti. Per il calcolo della sovratemperatura è necessario fare riferimento alla norma CEI 17-43. "Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS)". Tale norma permette di determinare la sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro. Per la determinazione della tenuta al corto circuito invece si può fare riferimento alla norma CEI 17-52. "Metodo per la determinazione della tenuta al corto circuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS)". Questo metodo viene definito come uno dei diversi metodi di estrapolazione possibili.

Tutti i quadri elettrici (ad eccezione di quelli classificabili secondo la Norma CEI 23-51) dovranno risultare conformi alle prescrizioni delle norme CEI 17-13/1 e 17-13/3, ed essere classificati come quadri AS, ANS o ASD. Essi dovranno essere sottoposti alle prove di tipo ed alle prove individuali previste e dotati di dichiarazione di conformità, nonché di targa di identificazione e marcatura CE; non necessita il fascicolo tecnico previsto laddove il quadro sia realizzato interamente con materiali e apparecchiature già marcate CE.

Sintesi delle prove di tipo o delle verifiche

Le prove e le verifiche necessarie per la messa in funzione dei quadri elettrici conformi alla norma CEI 17-13/1 sono indicate negli allegati al presente documento.

Istruzioni per l'utente

I quadri elettrici devono essere preferibilmente dotati di istruzioni semplici e facilmente accessibili, atte a dare all'utente informazioni sufficienti per il comando e l'identificazione delle apparecchiature, nonché ad individuare le cause di guasto elettrico. L'individuazione può essere effettuata tramite le stesse apparecchiature o un dispositivo separato.

14.19. Sistemi di protezione

Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Protezione mediante doppio isolamento

Il sistema di protezione contro i contatti indiretti adottato sarà quello comprendente l'utilizzazione esclusivamente di componenti di classe 2, ad isolamento doppio o rinforzato; ciò sarà ottenuto utilizzando apparecchi di illuminazione con tali caratteristiche e cavi con guaina aventi grado di protezione di due gradini superiori alla tensione nominale di esercizio (0,6/1kV contro 230V).

In uno stesso impianto, la protezione con apparecchi di classe II potrà coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia non sarà ammesso collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

Protezione dai contatti diretti

Tutte le parti attive dovranno essere protette mediante distanziamento o isolamento con l'adozione di involucri o barriere che garantiscano una adeguata resistenza meccanica e termica e che possano essere rimossi esclusivamente per distruzione o a mezzo di attrezzi; tali protezioni dovranno avere grado di protezione non inferiore a IPxxB (protezione contro il contatto del dito di prova con parti in tensione), e comunque coordinati con le condizioni di installazione.

Protezione delle condutture

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 art. 433.

In particolare, i conduttori dovranno essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici, da installare a loro protezione, dovranno avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi dovranno quindi essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate sarà automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 IV ed e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, in modo tale da garantire che, nel conduttore protetto, non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione (norme CEI 64-8, art. 434.4):

$$I^2 t \leq K^2 S$$

dove:

$I^2 t$ = integrale di Joule per la durata del cortocircuito

S = sezione del conduttore da proteggere

K = coefficiente che dipende dalla natura del conduttore e vale: per cavi isolati in PVC = 115, per cavi isolati in gomma G5 = 143.

Gli interruttori magnetotermici dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione, in ogni caso non inferiore a 4.500 A, salvo diversa comunicazione dell'Ente distributore dell'energia elettrica. Sarà tuttavia ammesso, nei casi particolari e previsti dal progetto, l'impiego di dispositivi di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione.

In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi dovranno essere coordinate in modo che l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata, senza danno, dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

La verifica delle disuguaglianze sopra riportate comporta il non superamento delle temperature massime di cortocircuito delle condutture, fissate in:

- 160°C per il PVC
- 200°C per la gomma ordinaria
- 220°C per la gomma butilica
- 250°C per la gomma etilenpropilenica

14.20. Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

Protezione d'impianto

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto saranno installati opportuni limitatori di sovratensione (SPD), che garantiscano la separazione galvanica tra conduttori attivi e terra, sia in ingresso che in uscita. Detti limitatori dovranno avere caratteristiche tali da limitare le sovratensioni ad un livello che non sia pericoloso per gli impianti e le apparecchiature installate.

SPD – Limitatori di sovratensione

Nel caso in esame la verifica eseguita ha evidenziato come la struttura debba essere protetta dalle sovratensioni che potrebbero colpire le linee di alimentazione (di energia e telefonica); ciò sarà attuato installando appositi limitatori di sovratensione all'interno del quadro di distribuzione e comando dell'illuminazione.

Linea di energia

Verranno utilizzati limitatori di sovratensione, quadripolari, costituiti da un efficiente varistore all'ossido di zinco con dispositivo di doppio controllo e sezionamento "thermo- dynamic-control", di classe C secondo E DIN VDE 0675-6: 1989-11 e 0675-6/A1: 1996-03, con indicazione di difetto tramite marcatura rossa nella finestrella, installato su guida DIN EN 50022, con le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione d'esercizio max.: 440 V AC /50 Hz
- corrente impulsiva nominale di scarica: 15 kA (8/20)
- corrente impulsiva limite di scarica: 40 kA (8/20)
- livello di protezione:
 - con 5 kA (8/20): < 1,75 kV
 - con 15 kA (8/20): < 2,25 kV
- tempo d'intervento: < 25 ns
- fusibile di protezione: Vedi schemi elettrici

14.21. Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti

Gli impianti elettrici dovranno essere calcolati per la potenza impegnata: si intende, quindi, che le prestazioni e le garanzie, per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere, saranno riferite alla potenza impegnata. Detta potenza viene indicata dall'Amministrazione o calcolata in base a dati forniti dall'Amministrazione.

Si definisce corrente d'impiego di un circuito (I_b) il valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito. Essa si calcola in base alla potenza totale, alla tensione nominale ed al fattore di potenza.

Si definisce portata a regime di un conduttore (I_z) il massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore predefinito. Essa dipende dal tipo di cavo e dalle condizioni di posa ed è indicata nella Tabella UNEL 35024/1-97.

Tensioni e frequenze d'alimentazione.

Per il dimensionamento degli impianti e la scelta dei componenti saranno tenute in considerazione le caratteristiche dell'energia elettrica disponibile, fornita dall'Azienda elettrica distributrice, ed in particolare:

- natura della corrente (alternata o continua);
- sistema (monofase, bifase, trifase, con o senza neutro, indicando, per il conduttore neutro, se isolato od a terra);
- frequenza (espressa in Hertz);
- tensione concatenata o stellata (espressa in Volt nominali).

Qualora l'energia elettrica da fornirsi dall'Azienda elettrica distributrice dovesse venire trasformata per l'utilizzazione, l'Amministrazione appaltante ne preciserà analoghe caratteristiche.

14.22. Verifiche

La verifica dell'impianto elettrico consiste nel controllo della rispondenza dell'opera realizzata ai dati di progetto. Essa si distingue dal collaudo con il quale si intende l'attività tecnico - amministrativa avente lo scopo di verificare e certificare se l'opera ha determinati requisiti di sostanza ed iter procedurale.

La verifica secondo la norma CEI 64-14 (guida) si articola in due momenti distinti: l'esame a vista e l'esecuzione delle prove.

L'esame a vista può essere di tipo ordinario o approfondito. L'esame ordinario consiste in una semplice ispezione visiva dei componenti senza l'uso di attrezzi, mentre l'esame approfondito si identifica in una ispezione dei componenti utilizzando appositi attrezzi.

L'esecuzione delle prove consiste nell'effettuazione di misure o altre operazioni atte ad accertare la rispondenza dell'impianto alle norme CEI mediante utilizzo di strumentazione appropriata.

La verifica inoltre può essere iniziale, periodica o straordinaria.

- La verifica iniziale serve ad accertare la rispondenza dell'impianto alle norme CEI e al progetto definitivo prima della sua messa in servizio.
- La verifica periodica, con le varie procedure invece serve ad accertare la permanenza dei requisiti tecnici riscontrati durante la verifica iniziale.
- La verifica straordinaria, con le varie procedure, serve ad accertare in caso di modifiche sostanziali o ampliamenti dell'impianto, la rispondenza alla normativa CEI e alla

documentazione progettuale aggiornata dell'impianto.

Le verifiche possono essere fatte a campione o a controllo totale. In caso di componenti uguali installati in grande quantità può essere opportuno effettuare la verifica a campione. Al termine delle verifiche è consigliabile stilare una relazione sulle modalità di intervento e sui risultati ottenuti.

Esame a vista

Deve essere eseguita una ispezione visiva per accertarsi che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle Norme Generali, delle Norme degli impianti di terra e delle Norme particolari che si riferiscono all'impianto installato. Detto controllo deve accertare il materiale elettrico, che costituisce l'impianto fisso, sia conforme alle relative Norme, sia scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni normative e non presenti danni visibili che possano compromettere la sicurezza.

L'esame a vista inoltre deve accertare che l'impianto risponda alle seguenti condizioni (si ricorda che non tutte le condizioni sottoelencate devono essere necessariamente presenti in un impianto, poiché la presenza o meno di alcune di queste, dipende dal tipo di impianto e dalle prescrizioni normative ed installative inerenti allo stesso):

- metodi di protezione contro i contatti diretti e indiretti, compresa la misura delle distanze; tale esame riguarda per esempio la protezione mediante barriere o involucri per mezzo di ostacoli o mediante distanziamento;
- scelta dei conduttori per quanto riguarda la portata e la c. d. t.;
- scelta e taratura dei dispositivi di protezione e segnalazione;
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento comando;
- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimenti alle influenze esterne;
- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- presenza di schemi, cartelli monitori e informazioni analoghe;
- identificazione dei circuiti, fusibili, interruttori, morsetti;
- idoneità delle connessioni dei conduttori;
- agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.
- analisi degli schemi elettrici dei quadri ed analisi delle planimetrie di progetto;
- verifica della consistenza, della funzionalità degli impianti;
- controllo dello stato degli isolanti e dei ripari nei luoghi accessibili;
- controllo dei ripari e delle misure di distanziamento nei luoghi segregati;
- accertamento idoneità delle apparecchiature elettriche;
- verifica dei contrassegni di identificazione, dei marchi e delle certificazioni;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri in esecuzione normale e protetta;
- controllo idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica del grado di isolamento nominale dei cavi e della separazione tra condutture differenti;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi degli isolanti e delle guaine;
- controllo di idoneità e funzionalità dei quadri elettrici previsti;

È opportuno che questi esami inizino durante il corso dei lavori.

Prove e misure

Vanno eseguite secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8/6 (art. 6.12), preferibilmente nell'ordine indicato nel seguito:

- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- prove di funzionamento;
- protezione contro gli effetti termici;
- misura della caduta di tensione;
- prova di isolamento da terra;
- misura dell'illuminamento medio.

Devono essere analiticamente verificate le seguenti condizioni:

- controllo del coordinamento fra correnti di impiego, portate dei conduttori e caratteristiche di intervento dei dispositivi di protezione da sovraccarico;
- controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, poteri di interruzione degli interruttori automatici o fusibili;
- controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito, integrale di Joule e sollecitazioni

- termiche specifiche ammissibili nelle condutture durante il corto circuito;
- calcolo delle cadute di tensione lungo le condutture principali e dorsali;
- verifica dei livelli di selettività dei dispositivi di protezione;
- controllo del coordinamento fra impianto di terra (resistenza di terra) e dispositivi di interruzione del guasto a terra (sistemi tipo TT);
- verifica delle sezioni dei conduttori di protezione in funzione delle correnti di guasto.

Misura della resistenza di isolamento

Si deve eseguire con l'impiego di un ohmmetro la cui tensione continua sia circa 250 V nel caso di misura su parti di impianto di categoria 0, oppure su parti di impianto alimentate a bassissima tensione di sicurezza; circa 500 V in caso di misura su parti di impianto di 1a categoria.

La misura si deve effettuare tra l'impianto (collegando insieme tutti i conduttori attivi) ed il circuito di terra, e fra ogni coppia di conduttori tra loro. Durante la misura gli apparecchi utilizzatori devono essere disinseriti; la misura è relativa ad ogni circuito intendendosi per tale la parte di impianto elettrico protetto dallo stesso dispositivo di protezione.

I valori minimi ammessi per costruzioni tradizionali sono:

- 500.000 ohm per sistemi a tensione nominale superiore a 50 V;
- 250.000 ohm per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 50 V.

Misura delle cadute di tensione

La misura delle cadute di tensione deve essere eseguita tra il punto di inizio dell'impianto ed il punto scelto per la prova; si inseriscono un voltmetro nel punto iniziale ed un altro nel secondo punto (i due strumenti devono avere la stessa classe di precisione).

Devono essere alimentati tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare contemporaneamente: nel caso di apparecchiature con assorbimento di corrente istantaneo si fa riferimento al carico convenzionale scelto come base per la determinazione della sezione delle condutture.

Le letture dei due voltmetri si devono eseguire contemporaneamente e si deve procedere poi alla determinazione della caduta di tensione percentuale.

Sfilabilità dei cavi

Si devono estrarre uno o più cavi dal tratto di tubo o di cavidotto compreso tra punti di derivazione successive e controllare che quest'operazione non abbia provocato danneggiamento agli stessi.

La verifica va eseguita su tratti di tubo o di condotto per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale tra l'1% e il 5% della lunghezza totale.

A questa verifica si aggiungono anche quelle relative al rapporto tra il diametro interno del tubo o del cavidotto e quello del cerchio circoscritto al fascio di cavi in questi contenuto.

Verifica delle protezioni contro i circuiti ed i sovraccarichi

Si deve controllare che:

- il potere di interruzione degli apparecchi di protezione contro i corto circuiti, sia adeguato alle condizioni dell'impianto e della sua alimentazione;
- la taratura degli apparecchi di protezione contro i sovraccarichi sia correlata alla portata dei conduttori protetti dagli stessi.

14.23. Verifiche e prove preliminari al collaudo

Durante il corso dei lavori, l'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di far eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni di Contratto. In generale le verifiche potranno anche consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi, ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento ed in tutto quello che può essere utile allo scopo accennato.

La verifica e le prove preliminari di cui sopra devono essere eseguite dalla Direzione dei lavori in contraddittorio con l'Impresa e di esse e dei risultati ottenuti si deve compilare regolare verbale. Ove trovi da eccepire in ordine a quei risultati, perché, a suo giudizio, non conformi alle prescrizioni del presente Capitolato speciale, il Direttore dei lavori emetterà il verbale di ultimazione dei lavori solo dopo aver accertato, facendone esplicita dichiarazione nel verbale stesso, che da parte dell'Impresa siano state eseguite tutte le modifiche, aggiunte, riparazioni e sostituzioni dichiarate necessarie.

In apposito fascicolo dovranno essere raccolti dalla Direzione dei lavori tutti i documenti tecnici più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione (schemi

dell'impianto, dettagli costruttivi, schede di componenti con dati di targa, ecc.). Si avrà cura, inoltre, di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più recenti unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera ultimata), nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

Per le verifiche in corso d'opera e per quelle ad ultimazione dei lavori, la ditta Appaltatrice è tenuta a mettere a disposizione apparecchiature e strumenti di misura ed a fornire la necessaria manodopera senza poter perciò pretendere compensi non esplicitamente specificati.

È da intendersi che, nonostante l'esito favorevole delle prove e verifiche suddette, l'Impresa rimane responsabile delle deficienze che dovessero riscontrarsi fino al termine del periodo di garanzia, con tutti gli oneri a suo carico.

14.24. Norme generali per la verifica provvisoria e per il collaudo definitivo

Dopo l'ultimazione dei lavori e il rilascio del relativo certificato, l'Amministrazione ha la facoltà di prendere in consegna i lavori anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo. In tal caso, però, la presa in consegna da parte dell'Amministrazione appaltante dovrà essere preceduta da una verifica provvisoria dalla quale risulti l'esito favorevole. La verifica provvisoria accerterà che tutto sia in condizione di poter funzionare normalmente e che siano state rispettate le vigenti norme di legge.

Il collaudo definitivo deve iniziarsi entro il termine stabilito di numero 60 giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori. Il collaudo definitivo dovrà accertare che i lavori, per quanto riguarda i materiali impiegati, l'esecuzione e la funzionalità, siano in tutto corrispondenti a quanto precisato nel Capitolato speciale d'appalto, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto stesso.

Dopo aver accertato la rispondenza alle disposizioni di legge e alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta, dovranno effettuarsi le seguenti verifiche:

- che siano state osservate le norme tecniche generali;
- che gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e le preventive indicazioni inerenti allo specifico appalto;
- che gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nell'offerta;
- che gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto;
- che i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti, dei quali siano stati presentati i campioni, siano corrispondenti ai campioni stessi;

Per le prove di funzionamento e rendimento delle apparecchiature e degli impianti, prima di iniziarle, il collaudatore dovrà verificare che le caratteristiche della corrente di alimentazione, disponibile al punto di consegna (specialmente tensione, frequenza e potenza disponibile) siano conformi a quelle previste nel capitolato speciale d'appalto e cioè quelle in base alle quali furono progettati ed eseguiti gli impianti. Qualora le anzidette caratteristiche della corrente di alimentazione (se non prodotta da centrale facente parte dell'appalto) all'atto delle verifiche o del collaudo non fossero conformi a quelle contrattualmente previste, le prove dovranno essere rinviate a quando sia possibile disporre di correnti d'alimentazione delle caratteristiche contrattualmente previste, purché ciò non implichi dilazione della verifica provvisoria o del collaudo definitivo superiore ad un massimo di 15 giorni. Nel caso vi sia al riguardo impossibilità da parte dell'Azienda elettrica distributrice o qualora l'Amministrazione non intenda disporre per modifiche atte a garantire un normale funzionamento degli impianti con la corrente di alimentazione disponibile, sia le verifiche in corso d'opera, sia la verifica provvisoria ad ultimazione dei lavori, sia il collaudo definitivo, potranno egualmente aver luogo, ma il collaudatore dovrà tener conto, nelle verifiche di funzionamento e nella determinazione dei rendimenti, delle variazioni delle caratteristiche della corrente disponibile per l'alimentazione, rispetto a quelle contrattualmente previste e secondo le quali gli impianti sono stati progettati ed eseguiti.

Per le verifiche in corso d'opera, per quella provvisoria ad ultimazione dei lavori e per il collaudo definitivo la Ditta è tenuta, a richiesta dell'Amministrazione, a mettere a disposizione normali apparecchiature e strumenti adatti per le misure necessarie, senza potere per ciò accampare diritti a maggiori compensi.

Se in tutto o in parte gli apparecchi utilizzatori e le sorgenti di energia non sono inclusi nelle forniture comprese nell'appalto, spetterà all'Amministrazione di provvedere a quelli di propria spettanza, qualora essa desideri che le verifiche in corso d'opera, quella provvisoria ad ultimazione dei lavori e quella di collaudo definitivo, ne accertino la funzionalità.

15. LAVORI DI SISTEMAZIONE PEDOLOGICA E VEGETAZIONALE

15.1. Materiali per opere di sistemazione vegetazionale

Substrati di coltivazione e terra di coltivo riportata

Con substrati di coltivazione si intendono materiali di origine minerale e/o vegetale utilizzati singolarmente o miscelati in proporzioni note per impieghi particolari e per ottenere un ambiente di crescita adatto alle diverse specie che si vogliono mettere a dimora.

L'impresa prima di effettuare il riporto della terra di coltivo dovrà accettarne la qualità per sottoporla all'approvazione della Direzione Lavori.

Per il rivestimento di scarpate e banchine laterali delle strade e delle aiuole si impiegherà solamente terra vegetale, proveniente da aree a destinazione agraria, da prelevarsi fino alla profondità di cm 80. Dovrà avere reazione neutra, con abbondante sostanza organica e di elementi nutritivi e di medio impasto, priva di ciottoli, detriti, radici e quanto altro potrebbe nuocere alla crescita vegetativa.

Concimi, ammendanti e correttivi, fitofarmaci

I concimi minerali, organici, misti e complessi da impiegare dovranno avere titolo dichiarato secondo le vigenti disposizioni di legge ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica, fatta esclusione per i letami, per i quali saranno valutate di volta in volta qualità e provenienza.

Con ammendanti si intendono quelle sostanze sotto forma di composti naturali o di sintesi in grado di modificare le caratteristiche fisiche del terreno.

Con correttivi si intendono quei prodotti chimici, minerali, organici o biologici capaci di modificare le caratteristiche chimiche del terreno.

I fitofarmaci o Presidi sanitari devono essere rispondenti alle normative vigenti e sono regolamentati dal Ministero della Sanità.

Materiale per piantumazione

L'impresa potrà approvvigionare le piante e le talee da qualsiasi vivaio immune da malattie parassitarie, purché la provenienza venga preventivamente dichiarata dall'Appaltatore, e accettata dalla Direzione dei lavori.

Pacciamatura

Con pacciamatura si intende una copertura del terreno a scopi diversi (es. controllo infestanti, limitazione dell'evapotraspirazione, sbalzi termici, ecc.).

I materiali per pacciamatura comprendono prodotti di origine naturale o di sintesi.

Materiale vegetale

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

Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931 n. 987 e 22.5.1973 n. 269 e successive modificazioni e integrazioni. L'Impresa dovrà dichiararne la provenienza con relativa certificazione varietale e fitosanitaria alla Direzione Lavori.

L'Impresa sotto la sua piena responsabilità potrà utilizzare piante non provenienti da vivaio e/o di particolare valore estetico unicamente se indicate in progetto e/o accettate dalla Direzione Lavori.

In particolare l'Impresa curerà che le zolle e le radici delle piante che non possono essere immediatamente messe a dimora non subiscano ustioni e mantengano il tenore di umidità adeguato alla loro buona conservazione.

Sementi

L'impresa dovrà fornire sementi selezionate e rispondenti esattamente a genere, specie e varietà richieste, sempre nelle confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di confezionamento e di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti sulla certificazione E.N.S.E. (Ente Nazionale Sementi Elette).

L'impresa potrà approvvigionare le sementi dalle ditte di sua fiducia, dichiarando il titolo. Qualora il valore del seme fosse inferiore, per non oltre il 20% rispetto al valore della colonna «buona semente» delle tavole Marchettano, si dovrà provvedere ad aumentare proporzionalmente le quantità per unità di superficie.

Tappeti erbosi in strisce e zolle

Nel caso che per le esigenze della sistemazione fosse richiesto per il rapido inerbimento delle superfici a prato (pronto effetto) o per la costituzione del tappeto erboso per propagazione di essenze

prative stolonifere, l'Impresa dovrà fornire piante, zolle e/o strisce erbose costituite con le specie prative richieste nelle specifiche di progetto (es. cotica naturale, miscuglio di graminacee e leguminose, prato monospecie, ecc.)

Prima di procedere alla fornitura l'Impresa dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori campioni del materiale che intende fornire; analogamente, nel caso fosse richiesta la cotica naturale, l'Impresa dovrà prelevare le zolle soltanto da luoghi approvati dalla Direzione Lavori.

Le zolle dovranno provenire da prato polifita stabile e asciutto, con esclusione del prato irriguo e paludoso. Il Direttore dei lavori potrà rifiutare forniture provenienti da località non gradite. Saranno precluse zolle con presenza di specie infestanti tra cui: Rumex sp. pl., Artemisia sp. pl., Catex sp. pl., e tutte le Umbrellifere. Il manto vegetativo dovrà essere continuo, e la zolla sarà di spessore tale da raccogliere per la maggiore parte l'intreccio delle radici delle specie presenti, e comunque non inferiore a cm 8, con esclusione di zolle provenienti da terra sabbiosa o argillosa.

Alberi

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora e dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. alberate stradali, filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.)

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto;
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi;
- caratteristiche di fornitura : a radice nuda, in contenitore, in zolla.

Arbusti e cespugli

Arbusti e cespugli, qualunque siano le loro caratteristiche specifiche (a foglia decidua o sempreverdi), anche se riprodotti per via agamica, non dovranno avere portamento "filato", dovranno rispondere alle specifiche indicate in progetto ed in Elenco Prezzi per quanto riguarda altezza, numero delle ramificazioni, diametro della chioma.

Anche per arbusti e cespugli l'altezza totale verrà rilevata analogamente a quella degli alberi. Il diametro della chioma sarà rilevato alla sua massima ampiezza.

Tutti gli arbusti e i cespugli dovranno essere forniti in contenitori, in zolla o a radice nuda.

Piante esemplari

Per piante esemplari si intendono alberi, arbusti, e cespugli di grandi dimensioni nell'ambito della propria specie con particolare valore ornamentale per forma e portamento.

Piante con altre caratteristiche di crescita o ambientali

In questo raggruppamento vengono incluse le piante:

- tappezzanti;
- rampicanti, sarmentose e ricadenti;
- erbacee: annuali, biennali, perenni;
- bulbose, tuberose, rizomatose;
- acquatiche e palustri.

Tutto il materiale vegetale ascrivibile a questo raggruppamento dovrà rispondere alle specifiche indicate in progetto ed in Elenco Prezzi per quanto riguarda tipo, specie, caratteristiche vegetative e di fornitura.

Paletti

I paletti per viminate, staccionate e simili saranno in castagno, carpino oppure orniello, del diametro minimo di punta di cm 6, diritti senza nodi e difetti da gelo.

Pali di sostegno, ancoraggi e legature

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante o ancoraggi in corda di acciaio muniti di tendifilo.

Le legature dovranno rendere solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento.

15.2. Prescrizioni generali

Sopralluoghi ed accertamenti preliminari

Prima di presentare l'offerta per l'esecuzione dei lavori oggetto del Capitolato, l'impresa dovrà ispezionare il luogo per prendere visione delle condizioni di lavoro e dovrà assumere tutte le informazioni necessarie in merito alle opere da realizzare.

Conservazione, spostamento e recupero delle piante esistenti nella zona

Tutta la vegetazione esistente indicata in progetto per restare in loco dovrà essere protetta adeguatamente da ogni danneggiamento.

Nell'eventualità di dover trapiantare piante esistenti nel cantiere o sul luogo della sistemazione, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di fare eseguire, secondo tempi e modi da concordare, la preparazione delle piante stesse.

Accantonamento degli strati fertili del suolo e del materiale di scavo

Gli strati fertili sull'area del cantiere devono essere preservati.

Garanzia di attecchimento

La garanzia decorre dal momento della presa in consegna e la sua durata è fissata nei documenti dell'appalto.

L'Impresa si impegna a fornire una garanzia di attecchimento del 100% per tutte le piante.

L'attecchimento si intende avvenuto quando, al termine di 90 giorni a decorrere dall'inizio della prima vegetazione successiva alla messa a dimora, le piante si presentino sane e in buono stato vegetativo.

Garanzia per i tappeti erbosi

L'impresa si impegna di realizzare tappeti erbosi rispondenti alle caratteristiche previste dal progetto e a garantirne la conformità al momento della ultimazione dei lavori, salvo quanto diversamente specificato dal progetto e/o dall'elenco prezzi.

15.3. Pulizia generale del terreno

Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla realizzazione dell'opera, i preliminari lavori di pulitura del terreno saranno eseguiti in base all'elenco prezzi ed in accordo con la Direzione Lavori.

15.4. Lavorazioni preliminari

L'Impresa, prima di procedere alla lavorazione del terreno, deve provvedere come da progetto all'abbattimento delle piante da non conservare, al decespugliamento, alla eliminazione delle specie infestanti, all'estirpazione delle ceppaie e allo spietramento superficiale.

Queste operazioni saranno da computarsi in base all'elenco prezzi.

15.5. Correzione, ammendamento, concimazione di fondo, fitofarmaci diserbanti

Dopo avere effettuato la lavorazione, l'Impresa dovrà incorporare nel terreno tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenere la correzione, l'ammendamento e la concimazione di fondo nonchè somministrare gli eventuali fitofarmaci e/o diserbanti.

15.6. Tracciamenti e picchettature

Prima di procedere alle operazioni successive, l'Impresa deve ottenere l'approvazione della Direzione Lavori che verifichi la rispondenza agli elaborati di progetto ed alle indicazioni impartite.

15.7. Preparazione delle buche e dei fossi

Le buche ed i fossi per la piantagione delle specie vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza delle piante da mettere a dimora.

15.8. Apporto di terra da coltivo

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa in accordo con gli elaborati di progetto e con la Direzione Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione: in caso contrario dovrà apportare terra di coltivo in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore adeguato per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti.

15.9. Preparazione del terreno per i prati

Dopo aver eseguito le operazioni di pulizia del terre, le lavorazioni preliminari e gli eventuali movimenti ed apporti di terra, l'Impresa dovrà livellare e rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, buca o avvallamento.

15.10. Messa a dimora delle piante

La messa a dimora del materiale vegetale dovrà avvenire in relazione alle quote definite dagli elaborati di progetto, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto ne' risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto.

La messa a dimora delle piante acquatiche e palustri rispetterà le caratteristiche esigenze della specie e varietà secondo quanto definito negli elaborati di progetto e dalle eventuali indicazioni della Direzione Lavori.

Le operazioni di messa a dimora delle piantine e delle talee potranno essere eseguite in qualsiasi periodo utile al buon attecchimento, restando a carico dell'Appaltatore la sostituzione delle fallanze entro due anni dalla messa a dimora e comunque fino al collaudo.

Il sesto dovrà essere quello più proprio per la specie. In relazione alle specie si prescrive il seguente sesto d'impianto:

cm 25 per le piante a portamento erbaceo o strisciante;

cm 50 per le piante a portamento arbustivo.

Il Direttore dei lavori ordinerà per iscritto all'Appaltatore la specie da mettere a dimora nei vari settori, anche eventualmente ricorrendo a specie diverse da quelle elencate sopra, in relazione alle caratteristiche dell'areale e a quelle microclimatiche locali, senza che l'Appaltatore possa pretendere compensi ulteriori se non in relazione al numero.

L'impianto potrà essere fatto meccanicamente o manualmente: per le piante a portamento arbustivo la buca dovrà essere sufficientemente grande da garantire, oltre all'attecchimento sicuro, anche una crescita futura sufficientemente rapida e rigogliosa, eventualmente collocandovi del letame bovino non a contatto delle radici e ricoprendo con cautela, ad evitare danni alle radici, predisponendo un apposito colletto in terra per il ristagno dell'acqua piovana.

Si dovrà avere particolare cautela nel periodo tra l'approvvigionamento in cantiere delle piantine e la messa a dimora affinché non si verifichino danni alle radici ed evitando sia il disseccamento che la germogliazione: in tali eventualità si procederà alla sostituzione completa della fornitura a spese e cura dell'Appaltatore.

15.11. Rimboschimento con specie forestali

Sulle scarpate ove previsto, oppure ove ritenuto opportuno dal Direttore dei lavori, l'Appaltatore provvederà alla messa a dimora di alberatura impiegando le specie definite nell'elenco dei prezzi. La buca avrà le dimensioni di cm 80x80x80, e andrà riempita con terra di granulometria e qualità adatte, opportunamente addizionata di letame animale. La pianta verrà ancorata ad apposito tutore in palo di castagno o carpino infisso nella buca prima del rinterro per almeno 40 cm, e sarà legata in più punti con raffia; qualora si tratti di esemplare che per la sua mole opponga molta resistenza al vento, andrà ancorato con tutore costituito da tre pali legati a piramide, oppure mediante tiranti in filo di ferro ancorati a paletti metallici infissi nel terreno, che abbraccino il tronco con l'interposizione di appositi cuscinetti. Si prevede la messa a dimora delle seguenti specie:

Alberi	Arbusti
Fraxinus ornus	Amelanchier ovalis
Acer pseudoplatanus	Viburnum lantana
Tilia cordata	Crataegus monogina
Laburnum anagyroides	Cornus mas

Tilia platyphyllos	Cotoneaster frigidus
Ostrya carpinifolia	Frangula alnus
Sorbus aria	Rhamnus cathartica
Sorbus aucuparia	

15.12. Formazione dei prati

Nella formazione dei vari tipi di prati sono compresi tutti gli oneri relativi alla preparazione del terreno, alla semina o alla piantagione e alle irrigazioni.

Le sementi impiegate nella esecuzione dei manti erbosi, siano esse pure o in miscuglio, devono presentare i requisiti legge richiesti in purezza e germinabilità, od essere fornite in contenitori sigillati ed accompagnate dalle certificazioni ENSE.

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolare modo di quelle arboree e arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione degli impianti tecnici delle eventuali opere murarie, delle attrezzature e degli arredi.

Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente irrigato.

15.13. Semina di specie erbacee

La semina di specie foraggiere dovrà costituire una copertura con caratteristiche di prato polifita stabile, con una quantità di sementi in opera indicativamente pari a 50/80 gr/m².

Prima della semina e dopo la concimazione il terreno sarà erpicato con rastrello, quindi dopo aver dato comunicazione al Direttore dei lavori si procederà alla semina di quei miscugli che il Direttore dei lavori stesso avrà ordinato per iscritto, procedendo a spaglio, con personale esperto e capace, a più passate e per gruppi di semi di volumi e peso simili, in giornate senza vento, avendo cura di ricoprire il seme con rastrelli a mano o con erpice leggero, battendo successivamente il terreno con la pala o rullandolo.

15.14. Semina con fiorume

Rivestimento di superfici di scarpata mediante lo spargimento manuale a spaglio di fiorume (ovvero miscuglio naturale di sementi derivato da fienagione su prati stabiliti naturali dell'area d'intervento) e di eventuali concimanti organici e/o inorganici in quantità e qualità opportunamente individuate.

La quantità di fiorume per mq è stabilita in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali della stazione ed è in genere tra i 30 e 60 g/mq.

15.15. Semina a paglia e bitume

Rivestimento di superfici povere di sostanza organica mediante:

- spargimento manuale di paglia a fibra lunga a formare uno strato continuo di 2-4 cm di spessore;
- semina a spaglio con miscela di specie idonea alle condizioni locali;
- spargimento di concimanti organici ed inorganici;
- bitumatura a freddo mediante soluzione idrobituminosa spruzzata a pressione atta a formare una pellicola protettiva e di fissaggio della paglia e dei semi.

La composizione della miscela e la qualità di sementi per mq sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento (in genere si prevedono 30-40 g/mq). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate.

15.16. Semina a strato con terriccio

Rivestimento di scarpate, substrati minerali privi di copertura organica, strutture in terra rinforzata o rivestimenti vegetativi con georeti tridimensionali e reti metalliche, su pendenze sino al verticale, mediante spruzzata di miscela di terriccio artificiale composto da: terriccio a matrice sabbiosa,

compost a fibra organica, carbonati e silicati, minerali argillosi, polimeri ritentori idrici, fertilizzanti e concimanti organici, collanti e miscela di sementi in quantità minima di 50 g/m².

La composizione del terriccio come quella della miscela e la quantità per metro quadro vanno stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali. La provenienza e germinabilità delle sementi e la loro miscelazione con le altre componenti dovranno essere certificate; la miscelazione dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

La spruzzata del composto avverrà in una o più fasi a seconda del substrato mediante idonea macchina a pressione, previa miscelazione dei componenti atta a garantire l'omogeneità e la plasticità del prodotto e con sistema di pompaggio che mantenga l'integrità delle sementi.

15.17. Idrosemina

Rivestimento di superfici mediante spargimento meccanico a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali. L'idrosemina contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti e inoculi.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30-40 g/m²). La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

Le scarpate sia in rilevato che in trincea, con tipo di terreno o roccia particolarmente poveri di sostanze nutritive e facilmente erodibili dalle acque meteoriche, potranno essere seminate a spruzzo, in periodo umido, con apposite pompe e macchinari, con impiego di sementi di specie frugali e rustiche graminacee e leguminose in quantità non inferiore a 30-40 gr/m², di fertilizzanti chimici tipo "Nitrophosca" (40 gr/m²), di fertilizzanti organici (80 gr/m²) con l'aggiunta di additivi a base di ormoni (2 gr/m²) e di agglomerati a base di resine acriliche (R.A.) biodegradabili a germinazione avvenuta con effetto collante, spugnoso ed igroscopico (100 gr/m²). La garanzia di attecchimento riguarderà due cicli vegetativi. Il miscuglio di sementi da utilizzarsi potrà indicativamente essere composto dalle seguenti specie:

Specie	%	Specie	%
Festuca ovina	28%	Trifolium hybridus	2%
Festuca pratensis	10%	Lotus corniculatus	5%
Festuca rubra	10%	Medicago sativa	5%
Festuca arundinacea	2%	Onobrychis lupinella	3%
Bromus erectus	5%	Achillea millefolium	4%
Lolium perenne	5%	Agrostis tenuis	2%
Poa compressa	3%	Anthyllis vulneraria	1%
Poa pratensis	5%	Sanguisorba minor	3%
Trifolium pratense	3%	Plantago lanceolata	2%
Trifolium repens	2%		

15.18. Idrosemina a spessore

Rivestimento di superfici mediante spargimento meccanico di uno o due strati di idrosemina a spessore (mulch) da eseguire a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli tali e tipo di pompa da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali. L'idrosemina a spessore contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali in quantità minima di 30-40 g/m²;
- mulch, ovvero fibra organica (paglia, torba bionda, torba scura, cellulosa, sfarinati, ecc.) in quantità opportune (in genere 200-500 g/m²) da suddividersi in due o più passate;
- collante in qualità e quantità idonea al fissaggio dei semi e del mulch, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nelle fasi iniziali di sviluppo;
- concime organico e/o inorganico;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti ed inoculi.

La composizione del mulch come quella della miscela e la quantità per m² sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento, delle caratteristiche geolitologiche e geomorfologiche, pedologiche, microclimatiche floristiche e vegetazionali. La provenienza e germinabilità delle sementi e la loro miscelazione con le altre componenti dovranno essere certificate; la miscelazione dovrà avvenire in loco onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

15.19. Idrosemina con matrice di fibre legate

Le pareti rocciose anche coperte da reti metalliche in aderenza o pannelli di funi potranno venire inerbite mediante idrosemina effettuata con idonea attrezzatura a pressione, consistente nell'aspersione, in un unico passaggio, di una miscela formata da una matrice di fibre legate in ragione della percentuale indicata nella relativa voce di elenco prezzi (variabile da 150 a 370 gr/m²) (composta dall'88% in peso di fibre di Ontano o simili, dal 10% in peso di collante estratto dal legume di *Cyamopsis tetragonolobus* e dal 2% in peso di attivatori organici e minerali), acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee idonee alla località e alla particolare condizione di crescita approvate dalla Direzione lavori in ragione di 25 gr/m² e concime organico-minerale. La garanzia di attecchimento riguarderà un ciclo vegetativo. Il miscuglio di sementi da utilizzarsi potrà indicativamente essere composto dalle seguenti specie:

Specie	%	Specie	%
Festuca rubra	17%	Onobrychis lupinella	2%
Festuca ovina	15%	Lotus corniculatus	4%
Festuca ovina var. duriuscula	8%	Trifolium repens	5%
Phleum pratense	10%	Trifolium hybridus	5%
Poa pratensis	6%	Vicia villosa	2%
Dactylis glomerata	7%	Sanguisorba minor	2%
Lolium perenne	5%	Anthyllis vulneraria	2%
Festuca pratensis	5%	Achillea millefolium	2%
Agrostis tenuis	1%	Calamagrostis arundinacea	2%

15.20. Semina di piante legnose

Separatamente o in aggiunta ai miscugli di semi di piante erbacee di cui ai punti precedenti, potranno essere inseriti nelle idrosemine anche semi di specie legnose in genere arbustive ove le condizioni di intervento siano difficilmente accessibili ad una normale piantagione e consentano la germinazione e la crescita delle stesse.

La semente costituita da semi grossi, come le ghiande o le nocciole, deve essere eventualmente eseguita in distinte fasi lavorative, possibilmente a mano.

Dovranno essere impiegate specie autoctone di provenienza locale raccolte dal selvatico, corredate da certificazione di origine.

15.21. Formazione dei prati per divisione di rizomi e cespi d'erba

La formazione di tappeti erbosi con il metodo della propagazione comprende tutte le operazioni di preparazione agraria del terreno, la divisione delle zolle di specie erbacee stolonifere o rizomatose e le cure colturali, irrigazioni compresa, previste negli elaborati di progetto.

15.22. Formazione di prati su suoli nudi privi di terra da coltivo

Le operazioni da eseguire per la semina effettuata su suolo non rivestito di terra di coltivo (Suolo nudo) comprendono tutte le seguenti operazioni:

- eliminazione di: sassi, radici, elementi dannosi o d'intralcio;
- fresatura;
- apporto di correttivi;
- apporto di fertilizzanti;
- esecuzioni della semina;
- apporto di prodotti di fissaggio;
- apporto di prodotti di protezione.

L'impresa eseguirà tutte quelle operazioni previste dagli elaborati di progetto o indicati dalla Direzione Lavori.

15.23. Messa a dimora delle zolle erbose

La formazione di manti erbosi con zolle precoltivate comprende tutti i lavori di preparazione agraria del substrato d'impianto, la messa a dimora delle zolle erbose e le lavorazioni successive, compresa l'irrigazione, che ne favoriscano l'attecchimento, secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto.

Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose dovranno essere anche adeguatamente fissate al suolo come da prescrizione di progetto o da indicazioni della Direzione Lavori.

Dove ritenuto opportuno dal Direttore dei lavori si provvederà alla posa di zolle erbose di prato polifita stabile, in formelle di cm 25x25, disposte in file a giunti sfalsati, su sottofondo regolarizzato e costipato. Per scarpate di sviluppo superiore a m 3 verranno posti in opera appositi sostegni antiscivolo ogni m 2 costituiti da graticciate di altezza 10-15 cm come descritte nell'articolo seguente. Qualora occorra lasciare scoli d'acqua piovana, questi saranno con sagoma a settore circolare di larghezza cm 80-120 e profondità cm 15-20, preventivamente predisposti sul terreno, fino alle stesse canalette di scarico.

15.24. Inerbimenti e piantagioni di scarpate e di terreni in pendio

Gli inerbimenti e le piantagioni delle scarpate e dei terreni in pendio comprendono tutte le lavorazioni del terreno e le operazioni di semina o piantagione con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatto a formare una stabile copertura vegetale secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

15.25. Trapianto dal selvatico di zolle erbose

Rivestimento protettivo di scarpate mediante trapianto di zolle erbose di prato polifita naturale di stadio vegetazionale simile a quello potenziale della scarpata. Le zolle verranno ritagliate, previo sfalcio, dal prato esistente in quadrati di 40x40 cm a spessore minimo di 5 cm; verranno utilizzate le superfici destinate comunque a distruzione (es. tracciato stradale) prima dell'intervento di spianamento e scotico.

Il trapianto potrà essere eseguito durante il periodo vegetativo e l'eventuale stoccaggio avverrà con mucchi di lunghezza massima di 1 m ed altezza massima di 0,60 m, avendo cura di evitare il disseccamento ed il soffocamento.

La disposizione sul pendio avverrà a scacchiera o a strisce avendo cura di riempire gli interstizi con terreno vegetale e seminare il tutto. Le zolle verranno fissate con picchetti di ferro da 30 a 40 cm (uno ogni 4-5 zolle) e, in caso di sollecitazioni particolari, con reti metalliche o sintetiche a maglia di apertura non superiore a 15 cm.

15.26. Trapianto dal selvatico di intere ecocelle

Trapianto di intere porzioni di vegetazione autoctona di 0,5-1 mq, con il terreno compenetrato dalle radici. Attraverso lo spostamento di un'intera comunità vivente si possono creare delle isole verdi in aree prive di vegetazione; da questi punti isolati (ecocelle) partirà il processo di colonizzazione dell'area. Il principale vantaggio di questo tipo di intervento sta nel fatto che si trapiantano contemporaneamente la comunità vegetale - costituita da piante erbacee, suffrutici e arbusti singoli o a cespo - la pedofauna ed i microrganismi del terreno (funghi e batteri) così importanti nei processi di decomposizione e di mineralizzazione della sostanza organica.

Il prelievo ed il trasporto verranno eseguiti a macchina e la collocazione in aree a ciò predisposte dovrà avvenire il più rapidamente possibile. L'attecchimento migliore si avrà durante lo stadio di riposo vegetativo.

Il trapianto di ecocelle va effettuato in concomitanza di scavi, ad esempio minerari, che prevedono vaste superfici di scotico ed altrettante di ripristino. Le porzioni di scarpata tra le ecocelle verranno ricoperte di terreno vegetale che verrà seminato con miscele normali, in attesa della ricolonizzazione da parte delle specie autoctone sia vegetali che animali contenute nelle ecocelle stesse.

15.27. Trapianto di rizomi e di cespi

- divisi;
- sminuzzati.

Prelievo dal selvatico di rizomi, stoloni e cespi di graminacee ed altre specie idonee in pezzi di circa 10-15 cm e loro piantagione (per i rizomi fittonanti ad es. Phragmites) per circa 4 cm o deposizione sul terreno sminuzzati od interi e ricopertura con un leggero strato di terreno vegetale per evitarne il disseccamento.

Il trapianto va eseguito all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo in ragione di 3-5 pezzi per mq.

Tale tecnica va utilizzata per la riproduzione di specie non esistenti in commercio e di difficile riproduzione per seme. La moltiplicazione può essere effettuata anche tramite vivaio e successivo trapianto, utilizzando contenitori a bivalve in cui vengono inseriti frammenti di cespi dalle graminacee selvatiche, che vengono ritrapiantati dopo un ciclo di sviluppo nelle aree da colonizzare.

15.28. Protezione delle piante messe a dimora

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di persone e automezzi, l'Impresa dovrà proteggere, singolarmente o in gruppo, le piante messe a dimora con opportuni ripari (es. reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) e/o sostanze repellenti previste dagli elaborati di progetto o precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione Lavori.

Se è previsto dal progetto, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di pacciame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifera, ecc.) od altro analogo materiale precedentemente approvato dalla Direzione Lavori.

15.29. Manutenzione delle opere

Manutenzione delle opere a verde per il periodo di garanzia

E' la manutenzione che l'Impresa è tenuta ad effettuare durante il periodo di concordata garanzia e dovrà essere prevista anche per le eventuali piante preesistenti e comprendere le seguenti operazioni:

- irrigazione;
- ripristino conche e rinalzo;
- falciatura, diserbi e serchiature;
- concimazioni;
- potature;
- eliminazione e sostituzione delle piante morte;
- rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi;
- difesa della vegetazione infestante;
- sistemazione dei danni causati da erosione;

- ripristino della verticalità delle piante;
- controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere.

La manutenzione delle opere dovrà aver inizio immediatamente dopo la messa a dimora (o la semina) di ogni singola pianta e di ogni parte di tappeto erboso, e dovrà continuare fino alla scadenza del periodo di garanzia concordato).

Irrigazioni

L'Impresa é tenuta ad irrigare tutte le piante messe a dimora e i tappeti erbosi realizzati per il periodo di garanzia concordato.

Ripristino conche e riscalzo

Le conche di irrigazione eseguite durante i lavori di impianto devono essere, se necessario, ripristinate.

A seconda dell'andamento stagionale, delle zone climatiche e delle caratteristiche di specie, l'Impresa provvederà alla chiusura delle conche e al riscalzo delle piante, oppure alla riapertura delle conche per l'innaffiamento.

Falciatura, diserbi e sarchiature

Oltre alle cure colturali normalmente richieste, l'Impresa dovrà provvedere, durante lo sviluppo delle specie prative e quando necessario, alle varie falciature del tappeto erboso.

L'eventuale impiego di diserbanti chimici dovrà attenersi alle normative vigenti.

Le superfici di impianto interessate da alberi, arbusti e cespugli perenni, biennali, annuali, ecc. e le conche degli alberi devono essere oggetto di sarchiature periodiche.

Concimazioni

Le concimazioni devono essere effettuate nel numero e nelle quantità stabilite dal piano di concimazione.

Potature

Le potature di formazione e di rimonda devono essere effettuate nel rispetto delle caratteristiche delle singole specie.

Eliminazione e sostituzione delle piante morte

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con altre identiche a quelle fornite in origine; la sostituzione deve, in rapporto all'andamento stagionale, essere inderogabilmente effettuata nel più breve tempo possibile dall'accertamento del mancato attecchimento.

Rinnovo delle parti difettose dei tappeti erbosi

E' obbligo dell'Impresa dover riseminare o piantare ogni superficie a tappeto erboso che presenti una crescita irregolare, difettosa, che non rientri nei limiti di tolleranza previsti per le qualità dei prati.

Difesa dalla vegetazione infestante

Durante l'operazione di manutenzione l'Impresa dovrà estirpare, salvo diversi accordi con la Direzione Lavori, le specie infestanti e reintegrare lo stato di pacchiane quando previsto dal progetto.

Sistemazione dei danni causati da erosione

L'Impresa dovrà provvedere alla sistemazione dei danni causati da erosione per difetto di esecuzione degli interventi di sua specifica competenza e quindi non dovuti a danni di forza maggiore.

Ripristino della verticalità delle piante

L'impresa è tenuta al ripristino della verticalità e degli ancoraggi delle piante qualora se ne riconosca la necessità.

Controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere

E' competenza dell'Impresa controllare le manifestazioni patologiche sulla vegetazione delle superfici sistemate provvedendo alla tempestiva eliminazione del fenomeno patogeno onde evitarne la diffusione e rimediare ai danni accertati.

15.30. Sfalcio dell'erba e cure colturali

L'appaltatore è tenuto a effettuare tutte le cure alle colture, sia da lui stesso messe a dimora, sia che già fossero presenti al momento della consegna dei lavori: dovrà provvedere alla sostituzione delle fallanze, alle potature, diserbi, sarchiature, concimazioni stagionali, sfalci, trattamenti antiparassitari, e all'annaffiamento in fase di attecchimento di ogni specie sia erbacea che arborea e arbustiva.

Le operazioni di cui sopra graveranno sull'Appaltatore, dal momento della consegna dei lavori al momento del collaudo, con la successiva garanzia di cui all'art. 1667 del codice civile, senza che

possa pretendere compensi di sorta in aggiunta a quelli di elenco, nei quali si devono intendere già compresi e compensati.

16. MATERIALI PARTICOLARI PREVISTI IN PROGETTO

16.1. Idraulica

16.1.1. FASERFIX® KS 200

Canaletta prefabbricata di tipo "M" per la raccolta delle acque di superficie in calcestruzzo FASERFIX®, fibrorinforzato con sabbia al quarzo e fibra composita ritorta, classe di resistenza minima C35/45 come da Normativa Europea EN1433, cemento II B/S come da Normativa Europea EN 197-1, classe di esposizione XF4 come da Normativa Europea EN 206, classe di resistenza al fuoco "A1" come da Normativa Tedesca DIN 4102, in grado di resistere fino alla classe di carico F900 come da Normativa Europea EN1433, con sezione ad "U" che garantisce una migliore pulizia del fondo del canale, senza pendenza incorporata, con spessore delle pareti laterali 30 mm, dotata di incastro maschio-femmina per garantire il perfetto accostamento e allineamento in fase di installazione, con giunti di sicurezza sigillabili per la massima tenuta all'acqua, provvista di bordo superiore esposto al traffico rinforzato da telaio in acciaio zincato, altezza del telaio 20 mm, con spessori del telaio 4 x 2 mm, solidamente ancorato alle pareti del canale tramite n.8 uncini al metro lineare in acciaio zincato, tale da rendere il sistema "canale + telaio" compatto e monolitico, predisposto per l'alloggiamento della griglia di copertura tramite sistema di fissaggio rapido SIDE-LOCK e ulteriore possibilità di bullonatura tramite n.2 fermi di sicurezza + vite al metro lineare, con N.8 nicchie per alloggiamento perni antislittamento orizzontale delle griglie.

Le canalette devono riportare la marcatura "W" relativa al grado di assorbimento d'acqua in valore % di massa (valore medio inferiore a 6,5 e nessun risultato individuale superiore a 7,0) e la marcatura "+R" relativa al grado di resistenza all'acqua stagnante contenente sali antighiaccio, come da Normativa Europea EN1433

La classe di resistenza ai carichi, il nome e/o il marchio di identificazione del produttore, la normativa di riferimento DIN V19580/EN1433, le marcature "W+R" e  devono essere chiari e visibili anche dopo la posa in opera, come da Normativa Europea EN1433.

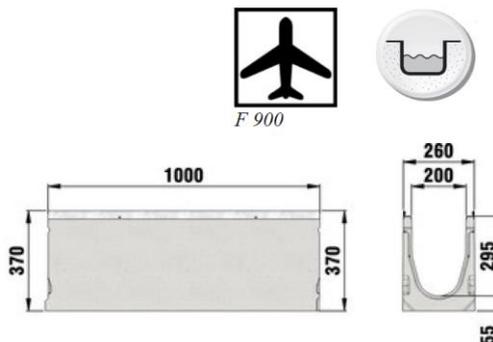
I sistemi di drenaggio proposti, devono essere accompagnati da relativa "Dichiarazione di Prestazione" DOP, rilasciata da ente terzo, organismo notificato alla Commissione Europea, ed essere conformi a tutti i requisiti del nuovo Regolamento per i Prodotti da Costruzione C.P.R. UE 305/2011.

Il sistema "canale + griglia" deve essere installato attenendosi alle istruzioni presenti nelle schede di posa fornite dal produttore

FASERFIX®KS 200

FASERFIX®KS 200 up to load classs F 900, Type 020

 hauraton



16.1.2. FASERFIX® SUPER 300 Tipo 020

Canaletta prefabbricata di tipo "M" per la raccolta delle acque di superficie in calcestruzzo FASERFIX®, fibrorinforzato con sabbia al quarzo e fibra composita ritorta, classe di resistenza minima C35/45 come da Normativa Europea EN1433, cemento II B/S come da Normativa Europea EN 197-1, classe di esposizione XF4 come da Normativa Europea EN 206, classe di resistenza al fuoco "A1" come da Normativa Tedesca DIN 4102, in grado di resistere fino alla classe di carico F900 come da Normativa Europea EN1433, con sezione ad "U" che garantisce una migliore pulizia del fondo del canale, senza pendenza incorporata, con spessore delle pareti laterali 45 mm, dotata di incastro maschio-femmina per garantire il perfetto accostamento e allineamento in fase di installazione, con giunti di sicurezza sigillabili per la massima tenuta all'acqua, provvista di bordo superiore esposto al traffico rinforzato da telaio in acciaio zincato, altezza del telaio 40 mm, con spessori del telaio 5 x 2,5 mm, solidamente ancorato alle pareti del canale tramite n.4 zanche al metro lineare in acciaio zincato, tale da rendere il sistema "canale + telaio" compatto e monolitico, predisposto per l'alloggiamento della griglia di copertura tramite sistema di fissaggio rapido SIDE-LOCK e ulteriore possibilità di bullonatura tramite n.8 bulloni Inox M10x50 al metro lineare e N.8 nicchie per alloggiamento perni antislittamento orizzontale delle griglie, senza ostacoli sotto la griglia che possano impedire l'evacuazione dell'acqua.

Le canalette devono riportare la marcatura "W" relativa al grado di assorbimento d'acqua in valore % di massa (valore medio inferiore a 6,5 e nessun risultato individuale superiore a 7,0) e la marcatura "+R" relativa al grado di resistenza all'acqua stagnante contenente sali antighiaccio, come da Normativa Europea EN1433

La classe di resistenza ai carichi, il nome e/o il marchio di identificazione del produttore, la normativa di riferimento DIN V19580/EN1433, le marcature "W+R" e **CE** devono essere chiari e visibili anche dopo la posa in opera, come da Normativa Europea EN1433.

I sistemi di drenaggio proposti, devono essere accompagnati da relativa "Dichiarazione di Prestazione" DOP, rilasciata da ente terzo, organismo notificato alla Commissione Europea, ed essere conformi a tutti i requisiti del nuovo Regolamento per i Prodotti da Costruzione C.P.R. UE 305/2011.

Il sistema "canale + griglia" deve essere installato attenendosi alle istruzioni presenti nelle schede di posa fornite dal produttore.

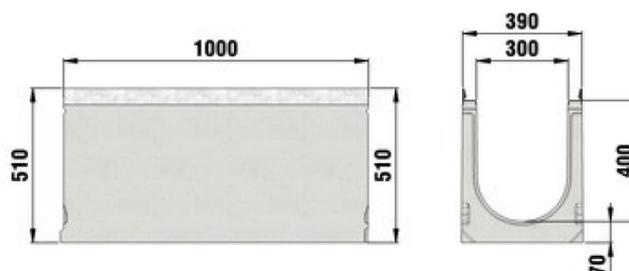


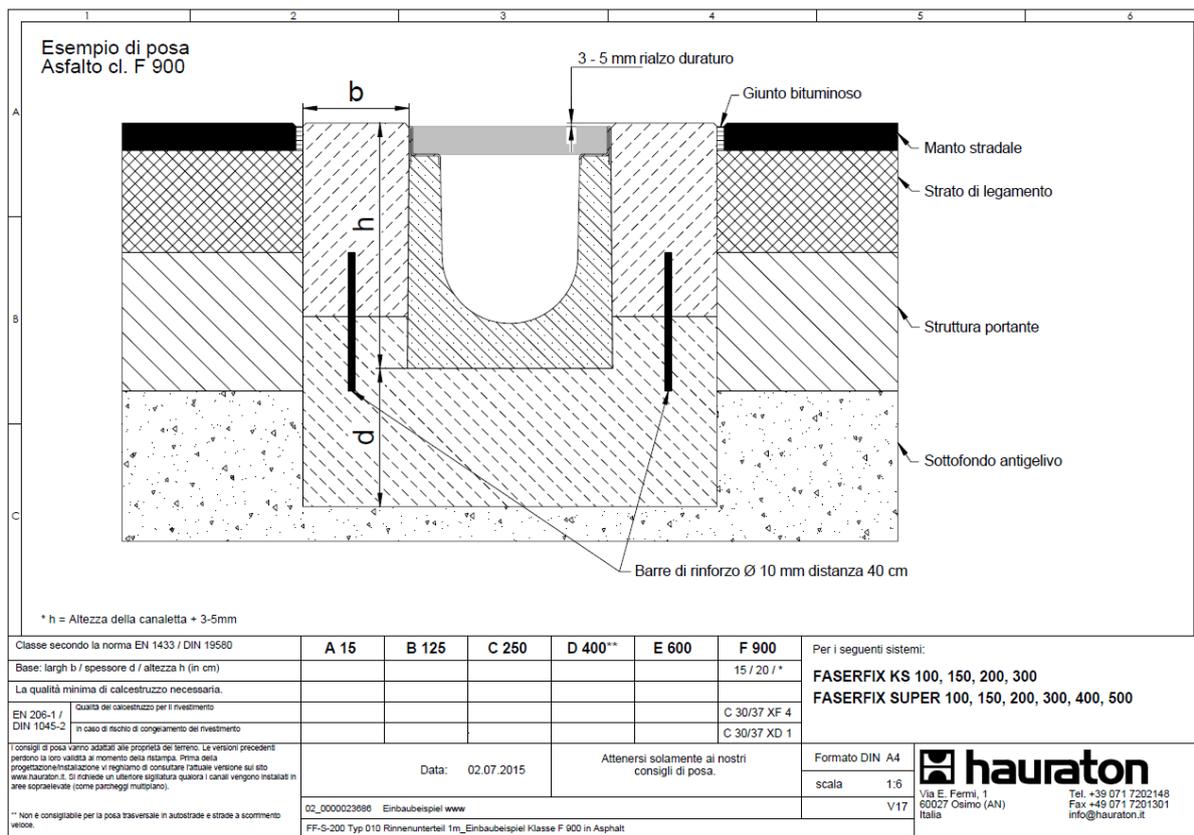
FASERFIX®SUPER 300

FASERFIX®SUPER 300 with galvanised angle housings, up to load class F 900, Type 020



F 900





16.1.3. Disoleatore TIPO KMC-SMA 100-10,0-EN

Fornitura di disoleatore tipo KMC-SMA 100-10,0-EN con potenzialità di 100 l/s in continuo realizzato e certificato da ente terzo (criterio 1) secondo il sistema S II P della normativa UNI EN 858 parte 1 e 2. L'impianto dovrà essere realizzato in elementi prefabbricati con calcestruzzo auto compattante (SCC Classe di consistenza del calcestruzzo fresco UNI EN 206-1 S5 superfluida) qualità minima C50/60 B6 XA2T con resistenza caratteristica a compressione $R_{ck} > 0 = 60 \text{ N/mm}^2$ in conformità al punto 4.3.1 della EN 206-1:2001 resistente alle sostanze chimiche senza fabbisogno di trattamenti tipo resina epossidica o altro. Il calcestruzzo inoltre dovrà essere "ad Altissima Resistenza ai Solfati" classificato secondo le norme UNI 9156, dovrà essere ricco di C_2S e C_4AF , per resistere alle acque aggressive e ad alto contenuto salino. Al fine di evitare fenomeni espansivi causati dal composto chimico fra acque solfatiche o selenitose e l'alluminato tricalcico il calcestruzzo dovrà essere privo di C3A, che non solo garantirà la massima resistenza ai solfati ma conferirà al prodotto un'alta resistenza alle aggressioni di acque carboniche ed acide e lo renderà particolarmente idoneo all'uso in ambiente marino e a contatto con gliceridi (oli e grassi). Il calcestruzzo inoltre dovrà avere una comprovata resistenza chimica agli oli minerali avendo effettuato test di schiacciamento secondo EN 858 dopo prova di 1000 ore in immersione con:

- acqua demineralizzata tenuta a $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$
- olio combustibile in conformità alla ISO 8217, designazione ISO-F-DMA, tenuto a $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$;
- combustibile senza piombo in conformità alla EN 228 tenuto a $(23 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$;
- una miscela tenuta a $(40 \pm 2) \text{ }^\circ\text{C}$, come segue:-90% (m /m) di acqua demineralizzata;
- 0,75% (m /m) di idrossido di sodio;
- 3,75% (m /m) di ortofosfato di sodio;
- 0,50% (m /m) di silicato di sodio;
- 3,25% (m /m) di carbonato di sodio;
- 1,75% (m /m) di metafosfato di sodio.

Eventuali giunzioni ad incollaggio (per esempio per pareti divisorie, oppure incollaggio della soletta di copertura) dovranno essere effettuate mediante collanti o resine elastiche. Per il collegamento a tenuta dei tubi di ingresso e uscita dovranno essere effettuati fori mediante carotatura. Le guarnizioni di tenuta dovranno presentare apposite certificazioni secondo EN 681, dovranno essere resistenti agli oli minerali ed inoltre avere un'elevata resistenza alle sostanze chimiche. I fori di ispezione nella soletta di copertura dovranno avere una luce netta di minimo \varnothing 80 cm. Dovranno poi essere forniti chiusini in ghisa sferoidale diam. 600 posati su idonei manufatti tronco conici 80/60 in classe D 400 kN con la dicitura "separatore". L'impianto dovrà essere progettato in modo da resistere ai vari carichi ai quali si prevede, deve essere assoggettato (peso proprio, peso utile, pressione del suolo, pressione dell'acqua) senza alcun danno alle sue funzionalità e all'ambiente, e dovrà essere protetto da possibili flottazioni quando vuoto. Il Calcolo statico, da presentare alla D.L. prima dell'inizio dei lavori, dovrà basarsi sulle norme nazionali che recepiscono quelle europee quando disponibili, o in assenza di esse dovranno basarsi sulla ÖNORM B 2503. Per una buona resistenza generale contro la corrosione e stabilità contro gli effetti della corrosione intercrystallina dei vari acciai elencati nelle EN 10088-1, EN 10088-2 ed EN 10088-3, per la realizzazione delle apparecchiature interne dovrà essere utilizzato esclusivamente acciaio austenitico di qualità almeno X6 CrNi 1810. L'impianto sarà costituito da una vasca monolitica di forma ovale delle dimensioni (lxlxh) di 4300x2500x3280 mm con spessore pareti di 100 mm e del peso max. pezzo di 14,99 e del peso totale di 18,75 t. L'impianto dovrà avere una zona di sfangazione grossolana separata dalla zona di separazione oli della capacità totale di min. 10,00 mc., la zona di separazione oli di rimanenza sarà invece costituita da una vasca in acciaio inox con capacità di contenuto d'olio non inferiore a 2,22 mc. Il passaggio a questa zona avverrà attraverso un sistema composto da 20 pacchetti lamellari realizzati in polipropilene vergine inclinati a 45° dello spessore di 1 mm con superficie totale non inferiore a 400 mq, che grazie alla funzione coalescente permettono alle gocce d'olio più fini di coagulare dando loro la capacità di galleggiare, separando ulteriormente la quantità di oli presenti in soluzione dall'acqua. Questo passaggio sarà protetto da un sistema di non ritorno sifonato, che eviterà che gli oli già presenti nel separatore possano tornare nella sezione di sfangazione grossolana. Il liquame così trattato, grazie ad un percorso obbligato una volta attraversata la batteria attraverso un sifone ispezionabile raccordato ad una tubazione \varnothing 400 viene scaricato nel corpo ricettore. Questo filtro, semovibile, dovrà avere un peso massimo (saturo) di 15 kg/cad. al fine di facilitare la manutenzione. Il disoleatore dovrà presentare in ingresso (\varnothing 400) uno speciale sistema frangiflutti in acciaio inox al fine di permettere la diffusione del liquame in arrivo su tutta la superficie della zona di sfangazione grossolana. In ingresso alla vasca di disoleazione inoltre, dovrà essere installata una valvola di regolazione della portata sifonata. La stessa valvola, in caso di livello troppo elevato di olio, mediante un secondo galleggiante dovrà azionarsi chiudendosi al fine di evitare sversamenti accidentali. Tale valvola, con doppia funzione dovrà essere stata certificata secondo EN 858. Il collegamento fra le sezioni di sfangazione dovrà essere realizzato in acciaio inox e polietilene e sarà dotato di una speciale griglia a fori calibrati seguita da un devia flusso avente la funzione di evitare la formazione di dannose turbolenze, facilitando così la separazione degli oli dall'acqua e una più veloce sedimentazione delle sabbie fini presenti in soluzione. L'acqua così trattata, verrà scaricata nel corpo ricettore attraverso una tubazione d'uscita che pesca dal fondo dalla vasca. Per evitare fonti d'inquinamento, sia alla tubazione d'entrata sia a quella d'uscita, dovranno essere installate speciali guarnizioni certificate EN 681 con resistenza a contatto diretto con gli idrocarburi, che rendono l'insieme perfettamente ermetico, evitando così la fuoriuscita di sostanze inquinanti dalle fessure create sulla vasca di cemento per l'inserimento delle tubazioni.

DATI TECNICI		CERTIFICATI DA ESIBIRE
Classe di desolazione:	S II I P	- Certificato ISO 9001-2000 del produttore rif. a progettazione e costruzione di impianti trattamento acque.
Grandezza nominale (NS):	100 l/s	- Certificato ISO 9001-2000 del produttore delle vasche se diverso dall'assemblatore.
Contenuto utile sfangazione:	10,00 m³	- Certificato CE UNI EN 858 rilasciata da ente terzo.
Capacità accumulo oli:	2,22 m³	- Certificato del produttore delle vasche sull'utilizzo di cementi serie XA2T secondo UNI EN 206.
Ingombro esterno (LxL):	430/250 cm	- Certificato di prova della resistenza chimica delle superfici interne effettuata secondo punto 8.1.4 UNI EN 858
Profondità d'installaz. (stand.):	358 cm	- Certificato rottura cementi con resistenza minima 60 N/mm2 effettuata dopo prova di 1000 ore in immersione negli inquinanti secondo punto 8.1.4 UNI EN 858
Profondità d'entrata (standard):	110 cm	- Certificato di collaudo idraulico effettuato secondo punto 8.3.3.
Diametro entrata/uscita:	400 mm	
Peso max. a pezzo:	14,99 t	

Peso totale:	18,75 t	UNI EN 858 comprovante la portata nominale dell' impianto. - Relazione di verifica idraulica e resa di funzionamento del sistema di filtraggio riferite alla portata nominale. - Certificato di collaudo sec. punto 8.3.2 UNI EN 858 del dispositivo di chiusura automatica. - Certificato di collaudo valvola regolatrice di portata. - Certificato di tenuta all'acqua dei componenti del sistema effettuato in conformità al punto 8.2 UNI EN 858 riferita all' impianto - Certificato UNI EN 681 tipo GB delle guarnizioni. - Calcolo statico effettuato secondo ÖNORM B 2503
Copertura:	400 kN	
Carico soletta di copertura:	I classe	
Ritombamento: (max. sopra soletta)	1,0 m	

16.2. TORRE PORTAFARI A CORONA MOBILE

Torre portafari a corona mobile, conformi alla direttiva macchine DPR450/96, marcata CE, realizzata da azienda certificata ISO9001 e in possesso di autorizzazione quale centro di trasformazione secondo DM 14/01/08, marca Palicampion, tipo CM (20/25/30/35), o similare progettata, sulla base dei metodi stabiliti dalla scienza delle costruzioni ed in conformità alla normativa vigente, per supportare N° (3/6/9/12) proiettori da (400/1000/2000) W, tipo (simmetrico/asimmetrico), distribuiti su (da 180°/360), costituite da:

- Stelo monotubolare a sezione poligonale in più tronchi ad innesto forzato per sovrapposizione, ottenuto mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S355JO EN 10025 e successiva saldatura longitudinale eseguita con procedimento automatico MAG omologato dal R.I.N.A. e dall I.I.S. (Istituto Italiano della Saldatura) e controllo qualità saldature secondo EN ISO 3834. Predisposto per l'ancoraggio al basamento mediante infissione nel blocco di fondazione e dotato alla base di passaggio per il cavo di alimentazione, attacco per la messa a terra e portello, adeguatamente rinforzato, per l'accesso alle apparecchiature interne. In cima è provvisto di una flangia per il fissaggio della testa di trascinamento.

Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051.

Protezione contro la corrosione mediante zincatura a caldo, ottenuta con il seguente ciclo: grassaggio; decapaggio; lavaggio; flussaggio; preriscaldamento; zincatura in zinco fuso a 440÷450 gradi centigradi, con percentuale minima di zinco nel bagno di zincatura \square 98.5%. Rivestimento ottenuto conforme alla norma UNI EN ISO 1461 con spessori minimi di 55 microns e medi di 70 microns.

- Sistema di movimentazione, conforme alle normative di sicurezza vigenti, costituito da una corona mobile, dove sono ancorati i proiettori, sostenuta da 3 funi rinviate sulla testa di trascinamento in cima al palo; la corona mobile scorrendo lungo il fusto, consente di portare i proiettori fino ad altezza utile per la manutenzione da terra. Il movimento, trasmesso alle funi, viene comandato mediante un paranco elettrico applicato alla base del palo.

La testa di trascinamento è costituita da una struttura a 3 bracci per le funi di sollevamento e il cavo elettrico; è realizzata in acciaio zincato a caldo e predisposta per il fissaggio allo stelo mediante apposita flangia e bulloni. I bracci sono completamente carenati per garantire la protezione degli organi di movimento costituiti dalle carrucole in poliammide 6.6 montate su boccole autolubrificanti e perni in acciaio inox. E' previsto il sistema "antiscarrucolamento" delle funi e dei cavi elettrici. I bracci delle funi sono dotati di sistema di aggancio e centraggio della corona mobile. La testa di trascinamento è fornita già assemblata e completa delle funi di sollevamento in acciaio zincato rivestite in polietilene (dimensionate con coefficiente di sicurezza minimo 6) e del cavo elettrico per l'alimentazione dei proiettori. Le funi di sollevamento e il cavo di alimentazione sono fissati, ad una estremità, a un cilindro di raccordo, mentre l'altra estremità è passata sui relativi bracci e successivamente ancorati alla corona mobile.

La corona mobile è realizzata con profili di acciaio zincato a caldo e composta da due anelli concentrici collegati da tre nervature a 120°; su ogni nervatura è fissato il sistema elastico di aggancio costituito da perni in acciaio inox e da doppie lamine in acciaio armonico; questo consente alla corona di essere solidamente agganciata al palo e di scaricare

completamente le funi da ogni carico durante il normale esercizio della torre. E' previsto un sistema antirotazione che impedisce il movimento sul piano orizzontale della corona durante la movimentazione. La cassetta di derivazione, i proiettori e i relativi reattori saranno montati su apposite staffe in acciaio zincato a caldo predisposte per il fissaggio alla corona mobile.

- Impianto elettrico adeguato alla potenza da installare, costituito dalla presa interbloccata alla base del fusto, dove è necessario portare la linea elettrica, dal cavo autoportante antitorsionale, completo di spina CEE ad una estremità e quindi collegato alla cassetta di derivazione sulla corona mobile all'altra estremità (in questo modo tutti i contatti elettrici sono definitivi e non esistono contatti striscianti o a baionetta). La cassetta di derivazione, completa di morsettiera precablata, è dotata di presa a tenuta stagna prevista per la prova di accensione a terra mediante apposita prolunga con spina CEE
- Paranco elettrico, da fissare alla base della torre, per effettuare la movimentazione della corona, quando necessario; viene azionato dall'operatore, a distanza di sicurezza, tramite una pulsantiera in bassa tensione. Il motore elettrico, collegato e alimentato dalla presa interbloccata in corrispondenza del portello, trasmette il movimento alla catena del paranco e quindi alle funi di sospensione della corona mobile, consentendo quindi la salita – discesa dei proiettori montati sulla stessa. L'alimentazione del motore avviene mediante un cavo elettrico con spina CEE collegato alla presa interbloccata fissata in corrispondenza del portello. La tensione di alimentazione è 380V trifase. La catena del paranco viene collegata ad un cilindro di raccordo trasmettendo il movimento direttamente alle funi e quindi alla corona mobile. All'interno del tronco di base palo, in prossimità del portello, è montato un fincorsa che comanda le fasi di aggancio-sgancio della corona mobile. Il paranco è dotato di freno che entra in funzione in caso di mancanza di alimentazione elettrica durante la movimentazione, fermando immediatamente il motore e arrestando quindi la discesa della corona mobile.
Il paranco sarà montato fisso all'interno della torre. Tale soluzione è particolarmente indicata nei casi di una sola torre, oppure quando l'accesso nell'area di installazione risulta particolarmente difficoltoso con l'unità carrellata.

Il dimensionamento della struttura e la verifica delle sezioni resistenti dovranno essere forniti prima della fornitura e messa in opera e saranno eseguiti in conformità alla normativa vigente e certificati da relazione di calcolo firmata da ingegnere iscritto all'albo

Realizzazione del circuito elettrico utilizzando esclusivamente componenti marcati "CE" e conformi alla direttiva Direttiva Bassa Tensione 73/23 CEE - 93/68 CEE e alla Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 89/336 - 92/31 CEE - 93/68 CEE .Conformità alla Direttiva Macchine

La torre sarà dotata di marcatura CE in conformità alla legislazione vigente (DPR459/06 89/392/CEE, 91/368/CEE; 93/44/CEE; 93/68/CEE). La marcatura, su ogni singolo palo, dovrà riportare: versione della torre; modello; matricola; anno di costruzione.

Modello CM30C: 30 m f.t., ancoraggio con tirafondi, 800x240x5-5-4 S355JO, 3 tronchi, portello base, testa trascinalimento, corona mobile, zincato , circuito elettrico monocavo.

16.3. Impianti elettrici e di illuminazione

16.3.1. Corpi illuminanti

Tipo Philips ClearFlood large BVP651 ECO76K/740 I PSU DX50 ALU SRG10 (versione in CL1 completo di scaricatore SRG10Kv e ottica DX50

Caratteristiche elettriche

Alimentazione: 230 V / 50 Hz

Classe di isolamento: disponibile in classe I

Classe di protezione: IP66

Potenza (compresa alimentazione): da 252 W a 549 W a Scaricatore 4KV a bordo apparecchio (opzionale 10KV)

Caratteristiche Illuminotecniche

Temperatura Colore: Bianco Neutro $T_c = 4000$ K.

Resa Cromatica: CRI > 70

Sorgente Luminosa: Power LED.

Numero LEDs: da 32 a 192.

Flusso Luminoso: da 35.000 a 76.000 lm

Ottica: Nano-ottiche in PMMA a doppio menisco per illuminazione

3 diverse applicazioni: stradale, illuminazione simmetrica e asimmetrica aree.

Efficienza ottiche > 83%

Fotometrie: disponibilità di 4 distribuzioni fotometriche stradali

(DM – Ottica Media, DW – Ottica Larga; DK – Ottica Dark; DC –

Ottica Centrale); 3 ottiche asimmetriche (A28-MB – asimmetrica

28°; OFA52 – Asimmetrica 52°; A60 asimmetrica 60°); 3 ottiche

simmetriche (DSN; NB; S) per ottimizzare i risultati alle caratteristiche geometriche dell'installazione.

Durata di vita

Vita economica: 100.000 ore @ L80F10 @ $T_a=25$ °C

Flusso luminoso residuo superiore al 80% del flusso iniziale a T ambiente esterna media pari a 25 °C.

**Caratteristiche meccaniche / materiali**

Corpo in pressofusione di alluminio, anticorrosione a basso contenuto di Rame, verniciato colore Grigio RAL 9007. Coperchio chiusura vano unità elettrica in pressofusione di alluminio, anticorrosione a basso contenuto di Rame, verniciato colore Grigio RAL9007. Verniciatura a polvere poliestere con polimerizzazione in forno.

Apparecchio dal design sottile con alette di raffreddamento esterne. Temperatura di funzionamento - 30°C / +45°C.

Attacco con sbraccio in pressofusione di alluminio verniciato RAL 9007 con tilt regolabile. Fissaggio dell'apparecchio dall'esterno, senza la necessità di dover aprire l'armatura.

Vetro piano trasparente temprato termicamente, spessore 4 mm, resistente agli urti (resistenza all'impatto 5J - IK08); vetro fissato al telaio tramite 4 pezzi angolari, nessuna parte incollata: facilmente sostituibile in caso di rottura. La copertura in vetro permette di avere un apparecchio a norma con le Leggi Anti-Inquinamento Luminoso e di proteggere le lenti dai raggi UV e dall'ingiallimento.

Apertura dell'apparecchio dal basso tramite clip a sgancio rapido che consente ispezione di tutti i componenti dell'apparecchio (driver, piastre led, guarnizione)

Apparecchio realizzato senza l'utilizzo di colle, completamente smontabile, e riciclabile. Componenti facilmente disassemblabili, in materiali riciclabili, senza parti incollate. Identificazione dei materiali plastici tramite sigla internazionale di riciclabilità.

Guarnizioni in gomma siliconica: grado di protezione IP66 su tutta l'armatura (vano ottico e unità elettrica).

Dotato di filtro di respirazione, per garantire la tenuta del grado IP66. Ingresso cavo tramite pressacavo M20 all'interno dell'apparecchio. Cablaggio tramite connettore esterno IP68 a 3-5 poli.

Apparecchio per installazione a sbraccio.

Regolazione dell'angolo di inclinazione (tilt) a gradini, con step di +/- 5°. Tilt test-palo: 0° / +10°; Tilt laterale: 0° / -90°.

Conformità

EN60598-1 - EN60598-2-3

EN55015 - EN61547 - EN61000-3-2 - EN61000-3-3.

EN62493 -

EN62471 CE -

ENEC - RoHS

16.3.2. Torretta a scomparsa con chiusino in ghisa sferoidale

Torretta a scomparsa con chiusino in ghisa sferoidale D400 dotato di asole per passaggio cavi a spine inserite e movimentazione semi automatica con molle a gas e serratura di blocco, completa di manufatto in cemento 60x60h60 con golfari per l'agevolazione della posa.

CARATTERISTICHE MECCANICHE

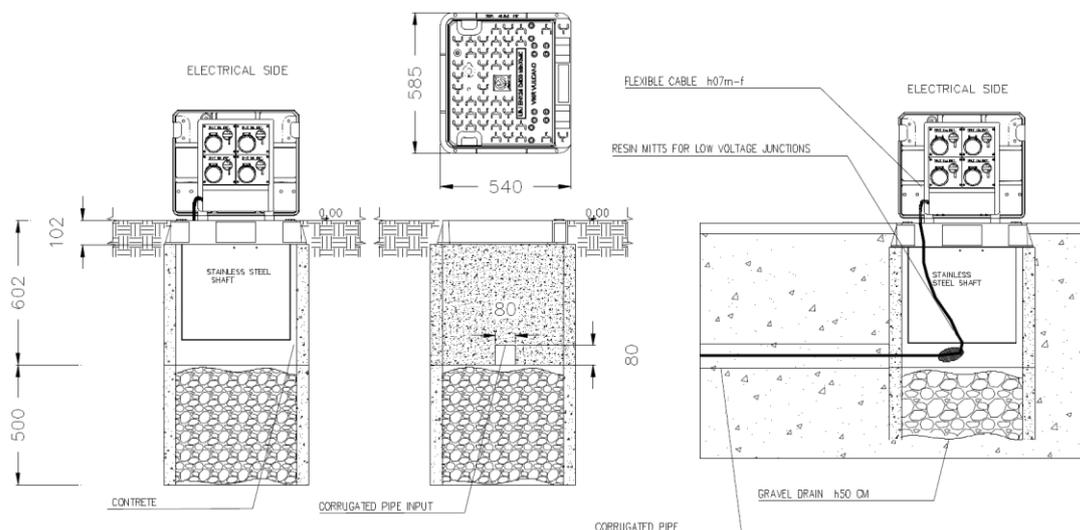
Torretta di potenza a scomparsa mod. VULCANO VM03 NEW VMR, per distribuzione di energia e servizi con Chiusino in ghisa sferoidale a norma UNI EN 124 classe D 400. Base rettangolare di 585x540 mm. e luce netta 485x407 mm. Coperchio rettangolare. con due aperture per uscita cavo o tubo GOMMATE Superficie antisdrucchiolo riportante le scritte obbligatorie classe D400, EN 124 e marchio ente certificatore.. Chiusino prodotto in stabilimenti certificati secondo standard di qualità ISO 9001. Unione tra coperchio e telaio assicurata da cerniere in bronzo sostituibili. Apertura del coperchio facilitata da doppio attuatore a gas e da perno parzialmente estraibile dalla superficie del coperchio. Chiusura del coperchio garantita da una serratura in bronzo con baionetta protetta da uno portello incernierato per ulteriore protezione contro polvere e acqua.

Struttura di contenimento in acciaio inox AISI 304 spessore 20/10

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Cassetta di contenimento apparecchiature elettriche con protezione IP 66 IEC 60 529 e CE70-1 doppio isolamento in materiale termoplastico esente da alogeni autoestinguente grigio RAL 7035 resistente al calore anormale e al fuoco fino a 650° (prova del filo incandescente secondo IEC 60 695-2-1) .

Guarnizioni di tenuta in elastomero antinvecchiamento stabilità dimensionale in funzionamento continuo da -20° a +85°. Resistenza agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi , basi e oli) ed atmosferici. Norme di riferimento : CEI 23-48 e IEC 60 670. Questo sistema è idoneo a realizzare apparecchiature adatte all'impiego in ambiente a maggior rischio di incendio (CEI 64-8/7)

**ESEMPIO DI POSA (con giunzione interna)**

NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE

17. NORME DI MISURAZIONE E VALUTAZIONE DELLE OPERE**17.1. PREMESSA**

Resta stabilito, innanzitutto, che, sia per i lavori compensati a corpo e sia per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale, di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quanto altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e da tradurre, in almeno duplice copia su idoneo supporto cartaceo, saranno dall'Appaltatore consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica sulla base delle misurazioni effettuate in contraddittorio durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

17.2. NORME GENERALI

Le quantità dei lavori e delle provviste saranno determinate con metodi geometrici o a numero o a peso in relazione a quanto è previsto nell'Elenco Prezzi.

I lavori saranno liquidati in base alle misure fissate dal progetto anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso che la Direzione dei lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni se ne terrà conto nella contabilizzazione. In nessun caso saranno tollerate dimensioni minori di quelle ordinate, le quali potranno essere motivo di rifacimento a carico dell'Impresa. Le misure saranno prese in contraddittorio a mano a mano che si procederà all'esecuzione dei lavori e riportate su appositi libretti che saranno firmati dagli incaricati della Direzione dei lavori e dall'Impresa. Resta sempre salva ad ogni caso la possibilità di verifica e rettifica in occasione delle operazioni di collaudo.

L'Appaltatore è tenuto ad avvisare la Direzione dei lavori quando, per il progredire dei lavori, non risultino più accertabili le misure delle opere eseguite.

17.3. LAVORI A MISURA

I lavori compensati "a misura" saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come indicato in progetto, anche se, dalle misure di controllo rilevate dalla Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore durante l'esecuzione dei lavori, dovessero risultare spessori, lunghezze, larghezze, superfici e cubature effettivamente superiori.

Soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori, abbia ordinato per iscritto tali maggiori dimensioni, se ne terrà conto nella contabilizzazione.

17.4. LAVORI A CORPO

La contabilizzazione dei lavori a corpo è effettuata applicando all'importo netto di aggiudicazione le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro, di ciascuna delle quali viene contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito. Le progressive quote percentuali delle varie categorie di lavorazioni che sono eseguite sono desunte da valutazioni autonome del direttore dei lavori che può controllare l'attendibilità attraverso un riscontro nel computo metrico; in ogni caso, tale computo metrico non ha alcuna rilevanza contrattuale e i suoi dati non sono vincolanti. Il corrispettivo è determinato applicando la percentuale della quota eseguita all'aliquota contrattuale della relativa lavorazione e rapportandone il risultato all'importo contrattuale netto del lavoro a corpo.

La valutazione del lavoro a corpo è effettuata secondo le specificazioni date nell'enunciazione e nella descrizione del lavoro, nonché secondo le risultanze degli elaborati grafici e di ogni altro allegato

progettuale; il corrispettivo per il lavoro a corpo resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.

Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal capitolato speciale d'appalto e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.

Nel caso che dalle misure di controllo risultassero dimensioni minori rispetto a quelle indicate in progetto o prescritte dalla Direzione Lavori, sarà in facoltà insindacabile della Direzione Lavori ordinare la demolizione delle opere, e la loro ricostruzione a cura e spese dell'Impresa.

Soltanto se le minori dimensioni, sentito il Progettista, risultassero compatibili con la funzionalità e la stabilità dell'opera la Direzione Lavori potrà ammettere in contabilità le quantità effettivamente eseguite.

17.5. LAVORI IN ECONOMIA

Le prestazioni in economia diretta e i noleggi saranno assolutamente eccezionali, e potranno verificarsi solo per lavori del tutto secondari; in ogni caso non verranno riconosciute e compensate se non corrisponderanno ad un preciso ordine ed autorizzazione scritta preventiva della Direzione dei lavori.

17.6. NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine (nolo "a caldo").

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per scaldare per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

17.7. TRASPORTI

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

17.8. MANO D'OPERA

I prezzi di elenco si riferiscono ad operai idonei e provvisti dei necessari attrezzi;

Le frazioni di giornata verranno valutate a ore e mezze ore.

17.9. SCAVI – DEMOLIZIONI - RILEVATI

17.9.1. Generalità

La misurazione degli scavi di sbancamento e dei rilevati verrà effettuata con il metodo delle sezioni ragguagliate.

All'atto della consegna dei lavori l'Impresa eseguirà, in contraddittorio con la Direzione Lavori, il controllo delle quote nere delle sezioni trasversali e la verifica delle distanze fra le sezioni stesse, distanze misurate sull'asse tracciato.

In base a tali rilievi ed a quelli da praticarsi ad opera finita od a parti di essa purchè finite, con riferimento alle sagome delle sezioni tipo ed alle quote di progetto, sarà determinato il volume degli scavi e dei rilevati eseguiti.

Per sezioni stradali, resta inteso che, sia in trincea che in rilevato, la sagoma rossa delimitante le aree di scavo o di riporto è quella che segue il piano di banchina, il fondo cassonetto sia della banchina di sosta che della carreggiata e dello spartitraffico, come risulta dalla sezione tipo.

17.9.2. Scavi di sbancamento e fondazione

Si precisa che il prezzo relativo agli scavi di sbancamento in genere comprende il taglio delle piante, l'estirpazione delle ceppaie, radici, arbusti ecc., lo scavo, il trasporto dei materiali a rifiuto, a reimpiego od a deposito a qualsiasi distanza, la perfetta profilatura delle scarpate, nonché tutti gli oneri derivanti dagli eventuali puntellamenti ed armature nei limiti previsti dal presente capitolato, quelli per l'apertura e la manutenzione di strade private, diritti di passo, occupazione di terreni per depositi temporanei e definitivi, per esaurimenti d'acqua di qualsiasi importanza ecc.

Se espressamente dichiarato nella relativa voce di elenco, il prezzo dello scavo di sbancamento compensa anche ogni onere per l'esaurimento delle acque, da realizzarsi sia mediante deviazione plano-altimetrica del corso delle stesse, sia mediante utilizzo di pompe di adeguata prevalenza.

Coi prezzi di elenco per gli scavi di fondazione e di sbancamento l'Appaltatore dovrà inoltre ritenersi compensato per gli oneri e spese relativi agli scavi in genere da eseguirsi con qualsiasi mezzo, paleggi, regolarizzazione di scarpate o pareti per lo spianamento del fondo, formazioni di gradoni, riempimento di vuoti attorno alla opere di fondazione, perdita parziale od anche totale dei legnami impiegati nelle puntellazioni ed armature di qualsiasi entità, occorrenti per l'esecuzione degli scavi di fondazione o per sostenere ed evitare franamenti di pareti di cavi di sbancamento.

Tutti i materiali provenienti dagli scavi rimangono di proprietà dell'Appaltatore, il quale, di norma, dovrà riutilizzarli (senza pretesa o compenso alcuno) per l'opera appaltata, o trasportarli a discarica se non idonei, oppure se idonei, ma esuberanti, in zone di deposito e, comunque, a totale sua cura e spese.

Negli scavi di fondazione sono a carico, dell'Appaltatore tutti gli oneri, qualora necessari e non specificatamente compensati con voce di Elenco, connessi con il lavoro di scavo (scavo a campioni, puntellature, sbadacchiare o, anche, armatura completa delle pareti di scavo, anche con la perdita del materiale impiegato).

Gli scavi di fondazione saranno computati per un volume uguale a quello risultante dal prodotto dell'area di base delle opere di fondazione per la loro profondità, misurata a partire dal piano dello scavo di sbancamento. Essi saranno pertanto valutati come eseguiti a pareti verticali. Nel caso in cui venisse ordinato che il fondo dei cavi abbia pareti scampanate, la base di fondazione di cui sopra si intenderà limitata alla proiezione delle sovrastanti pareti verticali e lo scavo di scampanatura, per il suo effettivo volume, andrà in aggiunta a quello precedentemente computato.

Essi potranno altresì essere eseguiti, ove ragioni speciali non lo vietino, anche con pareti a scarpata, ma in tal caso non sarà pagato il maggior volume, né il successivo riempimento a ridosso delle opere fondazionali, che l'Impresa dovrà eseguire a propria cura e spese.

Per le opere da eseguire nelle trincee verranno considerati come scavi per fondazione solamente quelli eseguiti al di sotto del piano orizzontale, od inclinato, secondo il pendio longitudinale, del fondo della cunetta sistemata. Tutti gli altri scavi eseguiti al di sopra del predetto piano, se anche servono per fare luogo alle murature, verranno considerati come scavi di sbancamento e saranno pagati a metro cubo.

Gli scavi e tagli di scarpate da praticare nei rilevati già eseguiti, per la costruzione di opere murarie e di consolidamento, saranno sempre considerati e contabilizzati come scavi di sbancamento per tutta la parte sovrastante al terreno preesistente alla formazione dei rialzi stessi.

I prezzi di elenco per gli scavi di fondazione sono applicabili unicamente e rispettivamente al volume di e scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e quella del piano inferiore che delimitano le varie zone successive, a partire dalla quota di sbancamento e proseguendo verso il basso. Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito entro i limiti di ciascuna zona risulterà dal volume ricadente nella zona stessa e dalla applicazione al volume stesso del prezzo di elenco fissato per lo scavo nella ripetuta zona.

Gli scavi di fondazione saranno considerati scavi subacquei solo se eseguiti a profondità maggiore di cm 20 dal livello costante a cui si stabilizzano le acque.

Il trasporto a rilevato, compreso qualsiasi rimaneggiamento delle materie provenienti dagli scavi, è altresì compreso nel prezzo di Elenco degli scavi, anche qualora, per qualsiasi ragione fosse necessario allontanare, depositare provvisoriamente e quindi riprendere e portare in rilevato le materie stesse.

Le materie di scavo che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori dalla sede dei lavori, a debita distanza e sistemate convenientemente anche con spianamento e livellazione a campagna, restando a carico dell' Impresa ogni spesa conseguente, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito.

17.9.3. Demolizioni

I prezzi fissati in tariffa per la demolizione delle murature si applicheranno al volume effettivo delle opere da demolire, se non diversamente specificato in Elenco Prezzi (vuoto per pieno).

Tali prezzi comprendono i compensi per i ponti di servizio, le impalcature, le armature e le sbadacchiature eventualmente occorrenti, la scelta, l'accatastamento ed il trasporto a rifiuto dei materiali.

17.9.4. Rilevati

Il volume dei rilevati costruiti con materiali provenienti da cave di prestito verrà ricavato in base alla differenza fra il volume totale del rilevato ed il volume degli scavi contabilizzato e ritenuti idonei per il reimpiego della Direzione dei lavori.

Nel prezzo dei rilevati eseguiti con materiali provenienti da cave di prestito private si intendono compresi gli oneri relativi all'acquisto dei materiali idonei in cave di prestito private, alla sistemazione delle cave a lavoro ultimato, al pagamento di tutte le indennità di occupazione di terreni, le spese per permessi, oneri e diritti per estrazione dai fiumi e simili e da aree demaniali, e, per quanto applicabili, gli oneri tutti citati per scavi di sbancamento. Esso comprende anche l'onere della preparazione del piano di posa del rilevato quali: la eliminazione di radici, erbe, limi e le argille contenenti materie organiche e microrganismi che sussistano sul piano di posa del rilevato stradale.

Il prezzo comprende ogni onere per la formazione dei rilevati, sia che i materiali provengano dagli scavi che dalle cave di prestito da reperire a cura e spese dell'Appaltatore.

Qualora l'Appaltatore dovesse procurare il materiale a distanza minore, ovvero sia necessaria una distanza maggiore nulla sarà detratto od aggiunto al compenso.

L'eventuale fornitura e posa in opera di strati di interposizione, di geotessuti, di guaine, ecc., previste in progetto o ritenute necessarie dalla Direzione Lavori, troveranno applicazione nei relativi articoli di Elenco Prezzi.

17.10. OPERE DI FONDAZIONE SPECIALE E TIRANTI DI ANCORAGGIO

17.10.1. Palancole tipo Larssen

Fornitura e posa in opera

Nel prezzo di Elenco relativo a tali opere sono compresi:

- la fornitura dei materiali, la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per la infissione delle palancole, lo sfrido di materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recuperi;
- ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta ed il più possibile stagna.

Ove le palancole fossero lasciate indeterminatamente in opera, la fornitura delle palancole, è da intendersi complessiva dei relativi pezzi speciali d'angolo e di tutte le eventuali sbadacchiature occorrenti e degli accorgimenti atti a rendere la palancole il più possibile stagna.

L'opera finita dovrà rispettare i disegni di progetto ed avere una sezione compatibile con le modalità di infissione.

Sarà contabilizzata secondo i relativi articoli di Elenco Prezzi e computati in base al loro peso, che dovrà essere determinato prima della posa in opera della palanca mediante pesatura in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura di apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate sui disegni, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento).

Se il peso effettivo risulterà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Se il peso effettivo risulterà invece superiore al peso teorico aumentato della tolleranza, verrà computato solo il peso teorico aumentato del valore di tolleranza.

Solo noleggio

Il noleggio mensile delle palanche verrà compensato con il relativo prezzo di Elenco; in esso sono compresi: il trasporto delle palanche a piè d'opera, la preparazione mediante rivestimento di bitume, il magazzino e la ripresa.

La contabilizzazione sarà fatta sulla base dei metri quadri ottenuti moltiplicando lo sviluppo della palanca, misurato secondo la sezione normale all'altezza, per l'altezza effettiva della palanca.

Sola infissione

L'infissione e l'estrazione delle palanche verranno compensate con il relativo prezzo di Elenco.

In esso sono compresi la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessari per l'esecuzione del lavoro, lo sfrido dei materiali dovuto a rottura, guasti, o all'impossibilità di recupero, ed in genere ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

La contabilizzazione sarà fatta sulla base dei metri quadri ottenuti moltiplicando lo sviluppo della palanca, misurato secondo la sezione normale all'altezza, per l'altezza effettiva della palanca.

17.10.2. Ture provvisorie

Nei prezzi di Elenco relativi a tali opere sono compresi:

- la fornitura dei materiali, la mano d'opera, i macchinari e le attrezzature necessarie per la esecuzione del lavoro, lo sfrido di materiali dovuto a rotture, guasti o all'impossibilità di recuperi;
- ogni lavoro e fornitura occorrente a dare l'opera compiuta e idonea all'uso.

I materiali impiegati nelle ture provvisorie restano di proprietà dell'Impresa, la quale dovrà provvedere, a sue spese, alla loro rimozione e recupero.

Il pagamento delle ture verrà effettuato computando la superficie effettiva dell'opera in base alla lunghezza, misurata secondo lo sviluppo dell'asse medio della struttura ed altezza pari a quella della parete piena.

La lunghezza sarà misurata secondo lo sviluppo sulla mezzera della struttura.

Si specifica inoltre che, per le ture, l'altezza sarà quella della parete piena.

17.10.3. Diaframmi a parete continua

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei diaframmi e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previsto dalle presenti Norme.

Maggiori volumi o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, non saranno nè computati nè contabilizzate con eventuali nuovi articoli.

La superficie del diaframma sarà computata misurando, in corrispondenza di ogni pannello, la lunghezza in asse del diaframma e l'altezza effettiva della parete piena, dal fondo dello scavo alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Tali misure saranno accertate in contraddittorio con la Direzione Lavori e con la stesura di un verbale di misurazione immediatamente prima del getto.

L'eventuale scavo a vuoto sarà contabilizzato con il relativo articolo di Elenco, la sua superficie sarà computata misurando, in corrispondenza di ogni pannello, la lunghezza in asse del diaframma e la profondità dal piano campagna fino alla sommità di progetto della parete piena.

Nei relativi prezzi di elenco si intendono comprese tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i diaframmi completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme, tra cui:

- la preparazione del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- l'esecuzione dei cordoli guida in conglomerato cementizio armato;
- l'esecuzione a campioni;
- la fornitura dei fanghi bentonitici e l'impiego dei relativi impianti di pompaggio;
- il carico e trasporto a rifiuto dei materiali di risulta, compreso il trattamento dei fanghi secondo le leggi vigenti;
- l'acqua necessaria alle lavorazioni;
- la fornitura del conglomerato cementizio ed il suo getto e costipamento con mezzi idonei anche in presenza di armature metalliche e quant'altro necessario per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte;
- l'eventuale impiego di scalpello;
- la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica;

17.10.4. Pali per fondazioni

Le caratteristiche strutturali e geometriche dei pali e dei singoli componenti dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle Norme Tecniche in vigore.

Maggiorazioni volumetriche o migliori caratteristiche meccaniche dei materiali, non richieste dalla Direzione Lavori, saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto.

La lunghezza dei pali prefabbricati, ai fini della valutazione, comprende anche la parte appuntita.

Per la misura del diametro, si assume quello delle sezioni a metà lunghezza.

Quando, stabilita la lunghezza dei pali da adottare, il palo avesse raggiunto la capacità portante prima che la testa sia giunta alla quota stabilita, il palo verrà reciso, a cura e spese dell'Impresa, ma nella valutazione verrà tenuto conto della sua lunghezza originaria.

Per i pali in c.a. costruiti fuori opera, se non diversamente specificato nella voce di elenco, si precisa che il prezzo comprende la fornitura e posa in opera a mezzo di idonei battipali, l'armatura metallica, la puntazza metallica robustamente ancorata al calcestruzzo, le cerchiature di ferro, i prismi in legno a difesa della testata ed in generale tutta l'attrezzatura e manodopera occorrenti per la realizzazione della lavorazione.

La lunghezza per tutti i pali costruiti in opera, compresi i pali trivellati, sarà quella determinata dalla quota di posa del plinto alla quota di massima infissione del tuboforma o fino alla massima profondità accertata, in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa e con stesura di un verbale di misurazione immediatamente prima del getto.

Per i pali trivellati, gli oneri compensati con le voci di Elenco Prezzi risultano essere:

- preparazione del piano di lavoro;
- l'infissione del tuboforma;
- la fornitura del calcestruzzo, il suo getto e costipamento con mezzi idonei;
- la formazione di eventuali bulbi di base ed espansioni laterali;
- il ritiro graduale del tuboforma;
- gli esaurimenti d'acqua;
- l'utilizzo di fanghi bentonitici per il sostegno degli scavi;
- l'eventuale impiego di scalpello;
- la rasatura delle teste;
- l'eventuale foratura a vuoto del terreno;
- la posa in opera (ove occorre) di un'idonea controcamicia di lamierino per il contenimento del getto nella parte in acqua;
- i controlli e la documentazione dei lavori;
- l'eventuale fornitura e posa in opera dell'armatura metallica e della controcamicia in lamierino per pali di grande diametro;
- l'eventuale impiego di attrezzature anche fresanti necessarie all'attraversamento di trovanti di roccia dura non estraibili con i normali metodi di scavo;
- l'immorsatura del palo nel substrato di base di roccia dura;

- l'estrazione e del trasporto a rifiuto delle materie provenienti dall'escavazione del foro.

I pali per fondazione, sia infissi che costruiti in opera, potranno dalla Direzione dei Lavori essere ordinati con inclinazione fino a 20° rispetto alla verticale, senza dar luogo ad alcuna maggiorazione di prezzo. Per inclinazioni superiori a 20° rispetto alla verticale, i pali verranno pagati con i relativi prezzi di Elenco all'uopo determinati.

Qualora dovesse sorgere la necessità di sostituire un palo per ovviare ad inconvenienti o ad errori, non verrà corrisposto all'Impresa alcun compenso per il palo abbandonato, mentre per i pali che lo sostituiscono ne verrà computato uno soltanto.

17.10.5. Trattamenti colonnari (colonne consolidate jet-grouting)

Caratteristiche strutturali e geometriche dei trattamenti colonnari dovranno essere conformi alle caratteristiche progettuali entro le tolleranze previste dalle presenti Norme, con l'avvertenza che maggiori lunghezze, maggiorazioni volumetriche o migliori resistenze meccaniche non richieste formalmente dalla Direzione Lavori saranno computate e contabilizzate per le caratteristiche previste in progetto.

La lunghezza delle colonne verrà misurata in base alla profondità raggiunta dalla batteria di aste di iniezione, dedotto il tratto di perforazione a vuoto, in contraddittorio tra Direzione Lavori e Impresa e con stesura di un verbale di misurazione.

Nei relativi articoli di Elenco Prezzi si intendono comprese tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i trattamenti colonnari completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme, tra cui:

- le preparazioni del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- la perforazione a vuoto;
- l'impiego del rivestimento provvisorio;
- gli oneri connessi a particolari difficoltà esecutive quali la presenza di acque sotterranee, trovanti ed acclività di pendici;
- il carico e trasporto a rifiuto dei fanghi di risulta, compreso il loro trattamento secondo le leggi vigenti;
- la fornitura e posa in opera dell'armatura metallica;

17.10.6. Tiranti di ancoraggio

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme ed in particolare:

- i ponteggi e le impalcature occorrenti per l'esecuzione del perforo a qualsiasi altezza;
- l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova, la loro ripetizione nel caso l'impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente;
- le iniezioni preventive di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione Lavori in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili;
- I perfori verranno computati in base alla loro effettiva profondità, misurata dal paramento esterno della parete sulla quale si attesta il tirante fino al fondo del foro.

I tiranti in acciaio verranno computati in base alla loro lunghezza effettiva, misurata dalla estremità di fondo alla superficie esterna dell'apparecchio di bloccaggio, le iniezioni verranno computate in base alla effettiva lunghezza del perforo iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.

17.11. MURATURE IN GENERE E CONGLOMERATI CEMENTIZI ANCHE ARMATI

17.11.1. Generalità

Tutte le opere in muratura ed in conglomerato cementizio, previste nei disegni di progetto allegati al Contratto di appalto, verranno controllate con metodi geometrici, secondo i corrispondenti tipi e classi, mediante misure effettuate sul vivo delle opere medesime escludendo, perciò, intonaci, ove esistano, e detraendo i vuoti ed il volume di altri materiali di natura differente compenetrati nelle strutture, ma non quelli della armatura in acciaio lenta o precompressa e quelli relativi alle feritoie eseguite sulle opere di sostegno e di contenimento delle scarpate.

Nei prezzi di tutte le opere, tanto in fondazione quanto in elevazione, in muratura ed in conglomerato cementizio, si intenderà sempre compresa ogni qualunque spesa per le impalcature e i ponti di servizio di qualsiasi importanza, per il carico, trasporto, innalzamento o discesa e scarico a piè d'opera dei materiali di ogni peso e volume, e per tutte le manovre diverse, occorrenti per la costruzione delle opere stesse, qualunque sia la loro altezza o profondità di esecuzione, e quali che siano la grossezza e la forma delle opere. Qualunque sia la incurvatura data alla pianta ed alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate coi prezzi delle murature rette senza alcun compenso.

Nel caso in cui singole parti delle opere d'arte risultassero di resistenza caratteristica inferiore a quella prescritta in progetto ed a condizione che le opere eseguite possano essere lasciate sussistere senza inconvenienti perché, comunque, rispondenti alla Normativa tecnica vigente in termini di resistenza e di durabilità, il prezzo verrà decurtato di una quantità corrispondente alla minore resistenza riscontrata. Anche vistosi difetti di esecuzione dei paramenti in vista (nidi di ghiaia e sabbia, imperfetta planarità delle superfici, irregolare andamento delle superfici curve, ecc.) comporteranno adeguate decurtazioni del prezzo.

17.11.2. Calcestruzzi e cementi armati

I calcestruzzi per fondazioni, elevazioni, ecc. ed i cementi armati, costruiti di getto in opera, saranno in genere pagati a metro cubo di calcestruzzo, escluso il ferro da impiegare per i cementi armati che verrà pagato a parte a peso ed a decanewton, e misurati in opera in base alle dimensioni prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori e trascurando soltanto la deduzione delle eventuali smussature previste in progetto agli spigoli che avessero il cateto della loro sezione trasversale inferiore, o al più uguale, a 10 centimetri.

I calcestruzzi ed i cementi armati costruiti di getto fuori d'opera saranno valutati sempre in ragione del loro effettivo volume, senza detrazione del volume del ferro per i cementi armati quando trattasi di travi, solette, pali, od altri pezzi consimili; ed in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun pezzo quando trattasi di pezzi sagomati o comunque ornati per decorazione, pesandosi poi sempre a parte il ferro occorrente per le armature interne dei cementi armati.

Nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica al di sotto dei 273 K (0 °C), l'Impresa non ha diritto a nessun risarcimento, come pure non può richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione di getti a basse temperature.

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

17.11.3. Ferro tondo per Calcestruzzo e Cavi in Acciaio

Il peso del ferro tondo di armatura del calcestruzzo verrà determinato mediante il peso teorico corrispondente ai vari diametri effettivamente prescritti, trascurando le quantità superiori alle prescrizioni, le legature e le sovrapposizioni per giunte non ordinate. Il peso del ferro verrà in ogni caso determinato con mezzi analitici ordinari, misurando cioè lo sviluppo lineare effettivo per ogni barra (seguendo le sagomature e uncinatura) e moltiplicandolo per il peso unitario dato dalle tabelle ufficiali U.N.I.

Col prezzo fissato, il tondino sarà fornito e dato in opera nelle casseforme, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature ordinate dalla Direzione dei lavori, curando che la posizione dei ferri coincida rigorosamente con quella fissata nei disegni esecutivi.

Il prezzo a daN dei soli cavi di acciaio armonico impiegato per i calcestruzzi precompressi, compensa anche la fornitura e posa in opera delle guaine, dei fili di legatura delle stesse guaine e le iniezioni con malta di cemento nei vani dei cavi, le teste e le piastre di ancoraggio e la mano d'opera e i mezzi ed i materiali per la messa in tensione dei cavi stessi, nonché per il bloccaggio dei dispositivi.

17.12. MANUFATTI IN ACCIAIO

I manufatti in acciaio, di qualsiasi genere e per ogni utilizzo, composti da lamiera, lamiera ondulata, profilati, tubi, barre, getti di fusione, ecc., saranno contabilizzati a peso se non diversamente specificato nelle voci di elenco, ed i relativi prezzi applicati al peso effettivamente determinato prima della posa in opera mediante pesatura diretta e spese dell'Impresa o mediante dati riportati da tabelle

ufficiali U.N.I. Tale operazione dovrà avvenire in contraddittorio tra Direzione Lavori ed Impresa, con stesura di apposito verbale controfirmato dalle parti.

Rispetto al peso teorico, determinato sulla base delle distinte dei materiali riportate sui disegni costruttivi di officina, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 4% (quattro per cento).

Se il peso effettivo risulterà inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Ogni operazione di pesatura dovrà riferirsi a parti di uno stesso manufatto. Viene pertanto esclusa la pesatura cumulativa di elementi appartenenti a manufatti diversi, anche quando si tratta di controventi, piastrame, bullonerie, rosette, ecc..

Se non diversamente specificato, i prezzi da elenco relativi ai manufatti in acciaio comprendono e compensano la fornitura di tutti i materiali, la lavorazione secondo i disegni costruttivi (foratura, saldatura, chiodatura, ecc.), la posa ed il fissaggio in opera, la sabbiatura e la sua eventuale ripetizione in caso di formazione di ruggine, la verniciatura secondo i cicli previsti, le armature di sostegno e le impalcature di servizio, gli sfridi di lavorazione.

17.13. OPERE FERROVIARIE

17.13.1. Binario

La fornitura e costruzione di binario sia che realizzato su traverse in c.a.p. , o con traverse legno , o su platea in c.l.s., o su blocchetti k 69 viene computato a ml. Nel prezzo di elenco sono compresi la fornitura nelle specifiche tecniche previste dal presente capitolato all'articolo "materiali armamento" delle rotaie, delle traverse o dei profilati o dei blocchetti k 69, del materiale minuto per la realizzazione degli appoggi ed il montaggio del binario sia in opera che fuori opera.

17.13.2. Deviatoi

La fornitura e la posa di deviatoi nelle specifiche tecniche e geometriche previste dal presente capitolato sono computati a numero. Nel prezzo in elenco sono compresi la fornitura completa delle parti metalliche nelle geometrie previste dai disegni FS (telai degli aghi, rotaie intermedie cuori, tiranterie, cassa di manovra ed appoggi), il set completo dei traversoni (secondo i piani di posa) in legno di rovere o in c.a.p. o i profilati in acciaio (per deviatoi posati su platea in cls) e la costruzione sia in opera che fuori opera. Nel caso di varo di deviatoi su binari con presenza di circolazione in interruzione di orario il prezzo va incrementato della % prevista dal elenco prezzi.

17.13.3. Saldature

Le saldature sia per il binario che per i deviatoi vanno computate a numero, nel prezzo in elenco sono comprensive della fornitura delle porzioni saldanti dell'esecuzione e della molatura della rotaia.

17.13.4. Giunzioni

Le giunzioni si distinguono in due tipi, la prima definita "giunzione appoggiata e sfalsata", la seconda giunzione "appoggiata ed affacciata per campata polmone". Ambedue vengono computate a numero e nel prezzo in elenco è compresa la fornitura del traversone doppio tipo LD e dei materiali per la costituzione degli appoggi e della giunzione (piastroni ganasce chiavarde ecc.), la foratura dei gambi delle rotaie e il taglio a sega delle stesse, il montaggio e la rinalzata individuale. Nell'elenco prezzi le due tipologie saranno distinte per diversità di prezzo.

17.13.5. Regolazione delle tensioni interne delle rotaie

La regolazione delle tensioni interne si computano al metro lineare di rotaia.

17.13.6. Taglio delle rotaie a cannello ossi-propanico o a sega (disco)

Il taglio delle rotaie, sia effettuato a cannello che a disco, viene computato a numero. Nell'elenco prezzi le due tipologie saranno distinte per diversità di prezzo.

17.13.7. Foratura del gambo delle rotaie a trapano ed a cannello ossi-propanico

La foratura del gambo delle rotaie, sia effettuato a cannello che a trapano, viene computato a numero. Nell'elenco prezzi le due tipologie saranno distinte per diversità di prezzo.

17.13.8. Fornitura e posa di pietrisco ferroviario

La fornitura del pietrisco ferroviario per la formazione della massicciata, sia fornito su carro ferroviario che su autocarro, sarà computato a metro cubo. La determinazione dei volumi sarà effettuata in opera, a compattazione raggiunta, con la misurazione della sezione con il metodo delle sezioni ragguagliate.

17.13.9. Realizzazione del sentiero di sicurezza

I sentieri di sicurezza nelle dimensioni e tipologia previste dal presente capitolato sono computati al metro lineare.

17.13.10. Livellamento e rinalzatura sistematica del binario

Il livellamento ed la rinalzatura sistematica del binario, sia realizzata con mezzi individuali che con macchine operatrici di tipo pesante, sono computate al metro lineare di binario. Nel elenco prezzi le due tipologie saranno distinte per diversità di prezzo.

17.13.11. Livellamento e rinalzatura dei deviatori

Il livellamento ed la rinalzatura di deviatori di ogni tipologia di armamento e di tangente, sia eseguite con mezzi individuali che con macchine operatrici di tipo pesante, sono computati a numero. Nel elenco prezzi le tipologie dei deviatori e d'intervento saranno distinte per diversità di prezzo.

17.13.12. Demolizione di binario corrente

La demolizione di binario, di qualsiasi tipologia costruttiva e di armamento, sarà computata al metro lineare. Nell'elenco prezzi tipologia costruttiva ed armamento saranno distinte per diversità di prezzo.

17.13.13. Demolizione di deviatori

La demolizione di deviatori di qualsiasi tipologia costruttiva, di armamento e di tangente, sarà computata a numero. Nell'elenco prezzi la tipologia costruttiva, l'armamento e la tangente saranno distinte per diversità di prezzo.

17.13.14. Rimozione di paraurti ferroviari in ferro

La rimozione di paraurti in ferro, sia eseguita con lo smontaggio che con il taglio, sarà computata a corpo.

17.14. OPERE STRADALI IN GENERE

17.14.1. Misurazione di rilevati e massicciate

Si prevedono le seguenti modalità di valutazione:

- preparazione del piano di posa dei rilevati: metro quadrato;
- sistemazione in rilevato o in riempimento: metro cubo;
- fornitura di materiale proveniente da cave: metro cubo;
- formazione di strati anticontaminanti in telo geotessile: metro quadrato;
- armatura del corpo stradale in telo geotessile: metro quadrato;
- compattazione del piano di posa di fondazioni stradali: metro quadrato;
- fondazione stradale: metro cubo;
- finitura superficiale alla fondazione stradale: metro quadrato;
- fondazione stradale in misto cementato: metro cubo;
-

Coi prezzi di elenco s'intenderà compensata ogni spesa per noli, trasporto dei compressori a piè d'opera all'inizio del lavoro e per ritornare poi in rimessa, sia per il ricovero durante la notte che nei periodi di sosta. Nel prezzo stesso è compreso il consumo dei combustibili e lubrificanti per l'esercizio dei rulli, lo spandimento e configurazione dei materiali di massicciata, la fornitura e l'impiego dell'acqua per la caldaia e per l'innaffiamento, dove occorre, del pietrisco durante la rullatura, la fornitura e lo spandimento dei materiali di saturazione o di aggregazione, ove occorrono, ogni spesa per il personale addetto alle macchine, la necessaria manovalanza occorrente durante il lavoro, nonché di tutto quanto altro potrà occorrere per fornire compiuto il lavoro a perfetta regola d'arte.

17.14.2. Pavimentazioni in pietrame

Gli acciottolati, i selciati, i lastricati e le pavimentazioni in cubetti saranno anch'essi pagati a metro quadrato. Sarà pagata la loro superficie vista, limitata cioè dal vivo dei muri o dai contorni, esclusa quindi ogni incassatura anche se necessaria e prescritta dalla Direzione dei lavori.

Nei prezzi relativi è sempre compreso il letto di sabbia o di malta, ogni compenso per riduzione, tagli e sfridi di lastre, pietre e ciottoli, per maggior difficoltà di costruzione dovuta ad angoli rientranti o sporgenti, per la preparazione, battitura e regolazione del suolo; per la stuccatura e profilatura dei giunti con malta di cemento o bitumatura secondo le prescrizioni della Direzione dei lavori e per qualunque altra opera o spesa per fornire i lavori ultimati ed in perfetto stato.

I prezzi di tariffa sono applicabili invariabilmente qualunque sia, o piana o curva, la superficie vista e qualunque sia il fondo su cui sono posti in opera.

Se l'acciottolato, selciato, lastricato o pavimentazione in cubetti dovessero posare sopra sottofondo di calcestruzzo, questo verrà valutato a parte.

17.14.3. Disfacimenti e ripristini di massicciate e pavimentazioni stradali

I disfacimenti ed i ripristini delle massicciate e delle pavimentazioni saranno valutati a metro quadrato, assumendo per la misura di tali lavori un larghezza pari a quella convenzionalmente stabilita per gli scavi. Verranno dedotte le superfici corrispondenti a rotaie, bocchette, chiusini, soglie e quant'altro occupi una parte della superficie pavimentata.

Gli scavi in cassonetto per il ripristino delle massicciate verranno valutati separatamente a metro cubo, considerando una larghezza di scavo pari a quella convenzionale sopra stabilita e la profondità effettiva del cassonetto ordinato dalla direzione dei lavori.

17.14.4. Trattamenti superficiali, pavimentazioni

I trattamenti superficiali, le penetrazioni, i manti di conglomerato, le pavimentazioni cementizie e in genere qualunque tipo di pavimentazione di qualsiasi spessore verranno di norma misurati in ragione di superficie intendendosi tassativi gli spessori prescritti, e nel relativo prezzo unitario sarà compreso ogni magistero e fornitura per fornire il lavoro completo secondo le modalità e norme indicate.

Per i conglomerati, ove l'elenco dei prezzi lo prescriba, la valutazione sarà fatta a volume.

Le misurazioni saranno effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore e sono finalizzate sia al controllo della rispondenza alle specifiche tecniche che alla valutazione delle percentuali da imputare nei singoli S.A.L. per l'emissione delle relative rate di acconto. Qualora i quantitativi di legante o di materiale di aggregazione stabiliti variassero, ovvero, nel caso di manti a tappeto od a conglomerati a masse aperte o chiuse da misurarsi a superficie, si modificassero gli spessori (carenza di spessore dei singoli strati oltre le tolleranze previste), si darà luogo agli opportuni rifacimenti o detrazioni. Quale misura di tolleranza accettabile si assume il valore di 5mm, purché le differenze si presentino saltuariamente non come regola costante. In questo caso non si terrà conto delle eccedenze, mentre si dedurranno le deficienze riscontrate.

I conglomerati bituminosi posti in opera previa spanditura dell'emulsione bituminosa, stesa del materiale e successivo costipamento mediante rullatura, saranno valutati per ogni metro quadrato e per ogni cm di spessore finito.

L'Amministrazione appaltante si riserva di rifiutare emulsioni aventi più dell'1% in meno di percentuale di bitume prescritta. Qualora la partita venisse egualmente accettata, verranno effettuate negli stati di avanzamento detrazioni come segue: per percentuali tra l'1 ed il 3%: il 10% del prezzo di emulsione per ogni daN di emulsione impiegata; per percentuali maggiori del 3 sino al 5%: il 25% del prezzo dell'emulsione per ogni daN di emulsione impiegata.

17.14.5. Cordonate in conglomerato cementizio

La cordonate in calcestruzzo cementizio eseguite secondo quanto indicato dalle presenti Norme Tecniche relative a tale categoria di lavori, verranno valutate a metro e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

La misurazione della cordonata sarà effettuata sul bordo rivolto verso la carreggiata ed, in corrispondenza delle aiuole, sul bordo verso la zona pavimentata di transito.

17.14.6. Canalette di scarico acque piovane

Verranno valutate a metro di lunghezza effettivamente realizzata e misurata sull'asse e compensate con il relativo prezzo di Elenco.

Detto prezzo comprende tutto quanto necessario per dare le canalette in opera secondo le prescrizioni del predetto articolo, compreso lo scavo di posa, il costipamento e relativi ancoraggi, e quanto altro necessario per eseguire il lavoro a perfetta regola d'arte.

L'imbocco in calcestruzzo, sia esso prefabbricato o costruito in opera, verrà compensato con la stessa voce di Elenco Prezzi delle canalette.

17.14.7. Pozzetti prefabbricati

Se non diversamente indicato in Elenco Prezzi, i pozzetti prefabbricati saranno pagati ad elemento componente (elemento di base, elemento di sopralzo, piolo in acciaio rivestito, soletta di copertura, raggiungi quota, chiusino, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale. Qualora in Elenco Prezzi fosse previsto un compenso a misura, la profondità di pozzetti sarà rilevata dalla quota finita dell'estradosso del chiusino sino al punto più profondo del fondo del pozzetto.

17.14.8. Caditoie prefabbricate

Se non diversamente specificato in Elenco Prezzi (valutazione a peso) le caditoie prefabbricate saranno pagate ad elemento componente (elemento di base, anello di prolunga, anello d'appoggio, cestello in acciaio zincato, chiusino in ghisa sferoidale, ecc.) fornito e posto in opera, compresa la sigillatura degli elementi assemblati con idoneo materiale.

17.14.9. Tubazioni e accessori

La fornitura e posa in opera di tubazioni sarà valutata a metro lineare a seguito di misurazione effettuata in contraddittorio sull'asse delle tubazioni posate, senza tenere conto delle parti sovrapposte, detraendo la lunghezza dei tratti innestati in pozzetti o camerette nel caso di fognature, senza detrazione in caso di condotte in pressione.

Se non diversamente specificato in elenco prezzi, i pezzi speciali associati alla posa in opera di tubazioni (flange, flange di riduzione, riduzioni, curve, gomiti, manicotti, riduzioni, tazze, tappi di

chiusura, piatti di chiusura, ecc.) saranno computati con lunghezze equivalenti applicate alla tubazione di diametro maggiore, secondo il disposto delle tabelle seguenti.

Tubazioni in materie plastiche			
Diametro tubi [mm]	Curve [m]	Braghe – Riduzioni [m]	Manicotti [m]
100 e minore	0.50	1.00	0.30
125	0.70	1.40	0.40
150	0.75	1.60	0.50
200	1.00	2.00	0.70
250 ed oltre	2.50	5.00	1.20

Tubazioni in materiali metallici			
Diametro tubi [mm]	Curve [m]	Braghe – Riduzioni [m]	Manicotti [m]
100 e minore	0.50	1.00	0.30
125	0.60	1.20	0.40
150	0.70	1.50	0.60
200 ed oltre	0.80	1.50	0.80

Le valvole e le saracinesche varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche e dimensioni, se non diversamente indicato nell'Elenco Prezzi.

Sono compresi i materiali di tenuta.

17.14.10. Barriere stradali di sicurezza e parapetti

Le barriere, rette o curve, verranno misurate sulla effettiva lunghezza compresi i terminali o in peso se previsto dall'Elenco Prezzi.

I tratti di barriere costituenti l'avvio ai parapetti saranno misurati dal sostegno del parapetto da cui esse si dipartono e pagati con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

Se non diversamente specificato con apposita voce di elenco, la barriera disposta su due file distinte, da situarsi nello spartitraffico, sarà compensata, per ogni fila, con l'apposita voce di Elenco Prezzi relativo alle barriere semplici.

Le barriere montate con diversa configurazione verranno compensate con le relative voci di Elenco Prezzi.

I pezzi terminali e di chiusura curvi, da impiegare nelle confluenze autostradali o su strade con caratteristiche analoghe ed a chiusura delle barriere nello spartitraffico, aventi raggio di curvatura inferiore a m 3, saranno valutati e pagati con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

Resta stabilito che nelle voci di Elenco Prezzi sono compresi e compensati i pezzi speciali in rettilineo, in curva, terminali, eventuali blocchi di fondazione in calcestruzzo ed in particolare, per i parapetti o le barriere ricadenti sulle opere d'arte, anche l'onere della formazione dei fori sulle varie opere d'arte e del fissaggio dei sostegni con eventuale malta cementizia o altro sigillante preventivamente approvato dalla D.L..

Nelle voci di Elenco Prezzi deve intendersi sempre compreso e compensato anche l'onere della interposizione di idonei elementi distanziatori, fra la fascia ed il sostegno, nonché quello della fornitura e posa in opera dei dispositivi rifrangenti.

17.14.11. Barriere stradali di sicurezza tipo "New Jersey"

Le barriere, rette o curve, centrali o laterali, verranno misurate sulla effettiva lunghezza.

I pezzi terminali o di chiusura, da impiegare nei varchi stradali, saranno valutati e pagati con la stessa voce di Elenco Prezzi.

L'eventuale taglio di sovrastruttura stradale, la preparazione del piano di posa e quanto altro occorre per l'esecuzione della barriera a regola d'arte secondo l'andamento plano-altimetrico della strada verrà valutata con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

Le opere necessarie per lo smaltimento delle acque superficiali e le armature in acciaio che saranno compensate a parte con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

17.15. OPERE DI SISTEMAZIONE IDRAULICA, VEGETAZIONALE ED INGEGNERIA NATURALISTICA

17.15.1. Gabbionate

La Direzione dei Lavori accerterà il peso dei gabbioni metallici mediante pesatura di un certo numero di essi scelti come campioni.

Nel prezzo dei gabbioni sono compresi tutti gli oneri per la fornitura e posa in opera della rete, del filo zincato di spessore idoneo per la legatura degli spigoli, la formazione dei tiranti fra le facce opposte e quanto altro dovesse occorrere per il montaggio dei gabbioni stessi (legature finali).

Il riempimento in pietrame sarà misurato sul gabbione già posto in opera e riempito. Il riempimento sarà valutato a seconda della effettiva lavorazione che verrà ordinata dalla Direzione dei lavori. Se non diversamente prescritto in Elenco Prezzi la parte esterna in vista, nonché quella relativa ai piani di posa e di combaciamento laterale, esclusa quella contro terra, verrà valutata come muratura a secco.

17.15.2. Scogliere fluviali

Se non diversamente specificato in Elenco Prezzi, la scogliera verrà misurata in opera e valutata al metro cubo, intendendosi in tal modo compreso e compensato ogni onere per: cavatura, indennità di cava, trasporto in cantiere, pesatura, sollevamento e collocamento in opera con qualsiasi mezzo e magistero occorrente.

Se non diversamente specificato in Elenco Prezzi l'intasamento in calcestruzzo del manufatto verrà valutato in opera al metro cubo vuoto per pieno.

Qualora la Direzione Lavori richieda la pesatura dei massi naturali da impiegare per la formazione delle scogliere, le operazioni di pesatura verranno effettuate in contraddittorio tra la Direzione dei Lavori e l'Impresa, i quali firmeranno apposita distinta giornaliera. La pesatura dei massi, qualora questi vengano trasportati in cantiere con autocarri, dovrà essere effettuata servendosi di apposito peso a bilico che, richiesto dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere fornito dall'Impresa in cantiere e sottoposto a controllo dell'Ufficio Metrico. Il peso dei carichi sarà espresso in tonnellate o frazioni di tonnellate fino alla terza cifra decimale, detraendo la tara del veicolo nonché il peso dei conci o scaglioni costituenti i massi di maggiore mole, ottenendo così il peso netto che dovrà figurare in contabilità.

17.15.3. Cordonate, gradonate, Palificate

Saranno misurate in metro di effettivo sviluppo.

17.15.4. Briglie in legname e pietrame

Saranno valutate al metro cubo, misurando la intera sezione prismatica senza detrarre il vuoto della gaveta, intendendosi nel prezzo di applicazione compensato ogni onere anche per la realizzazione di quest'ultima.

17.15.5. Seminagioni e Piantagioni

Le seminagioni sulle scarpate dei rilevati saranno valutate a superficie effettiva seminata.

Le piantagioni saranno valutate a numero di piantine attecchite o in alternativa a superficie effettiva piantumata, conformemente alla descrizione di Elenco Prezzi.

Nei relativi prezzi, oltre alla fornitura dei semi e delle piantine, è compresa la preparazione del terreno, tutte le forniture e la mano d'opera occorrenti per procedere alla eventuale ripresa di erosioni e solcature, sia prima del piantamento, sia successivamente, gli eventuali diserbi, la preparazione fisica e chimica del terreno, il piantamento, tutte le successive cure colturali ed ogni onere per la piantagione. Sono altresì compresi i dovuti oneri relativi alle garanzie di attecchimento e sostituzione delle fallanze.

17.16. RETI E LINEE ELETTRICHE PER PUBBLICA ILLUMINAZIONE

Per tutti i lavori contemplati e per quelle maggiori forniture ed opere non previste, ma che si rendano necessarie per dare compiuto l'impianto a regola d'arte, in perfetto stato di funzionamento e pienamente rispondente ai requisiti prescritti, è stabilito il relativo prezzo di elenco. Per quanto riguarda i lavori e le provviste appaltati "a misura", le quantità saranno determinate con metodi geometrici in relazione a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari. Le misure saranno prese in contraddittorio tra le parti e le relative quantità potranno essere direttamente registrate nei registri contabili (Libretto delle Misure, Registro di Contabilità, ...).

Per quanto relativo ai lavori appaltati "a corpo", l'importo relativo ad ogni singola categoria dei lavori, sarà ricavato in maniera forfettaria, proporzionalmente alle percentuali dei lavori eseguiti e riportati nei relativi registri contabili.

Per la predisposizione degli stati d'avanzamento dei lavori, il totale delle opere eseguite sarà la risultante dell'importo totale delle opere "a misura" e il totale delle singole percentuali di ogni categoria di lavoro per le opere "a corpo", a cui andrà dedotta la percentuale del ribasso d'asta offerto.

Per la misurazione lavori si procederà come indicato in seguito:

Lavori a misura

Scavi in genere

Il volume degli scavi di sbancamento verrà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'Appaltatore, prima e dopo i relativi lavori;

Rilevati e rinterrati

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterrati di scavi a sezione ristretta saranno valutati a metro cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

Riempimento con misto granulare

Il riempimento con misto granulare a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, ecc., sarà valutato a metro cubo per il suo volume effettivo misurato in opera.

Canalizzazioni e cavi

I tubi di protezione, le canalette portacavi, i cavidotti, il piatto di ferro zincato per le reti di terra, ecc., saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i pezzi speciali quali raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno e il relativo fissaggio a parete con tasselli a espansione.

I cavi multipolari o unipolari saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati. Sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capicorda ed i marcacavi, esclusi i terminali dei cavi di MT. che saranno valutati a numero compresi tutti i materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi. I cavi isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo 30 cm per ogni cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola. Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre tale sezione.

Derivazioni

Le scatole, le cassette di derivazione, i pozzetti e i relativi chiusini, saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologia e dimensione. Nelle derivazioni sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a cono, guarnizioni di tenuta, morsettiere, giunzioni, ecc..

Apparecchiature e quadri elettrici

Le apparecchiature in genere saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione di:

- superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
- numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere le apparecchiature, le etichette, ecc.

Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori e i contattori da quadro, ecc., saranno valutati a numero distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:

- il numero dei poli;

- la tensione nominale;
- la corrente nominale;
- il potere di interruzione;
- il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello);

comprenderanno l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

Opere di assistenza agli impianti

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori e asole su murature e strutture portanti;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, bocchette, serrande e griglie, guide, ecc.;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo e i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterri relativi a tubazioni o apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni.