



COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA  
 DETERMINATASI NEL SETTORE DEL TRAFFICO E DELLA MOBILITÀ NEL  
 TERRITORIO DELLE PROVINCE DI TREVISO E VICENZA

# SUPERSTRADA A PEDAGGIO PEDEMONTANA VENETA

### CONCESSIONARIO



**SPV srl**  
 Via Inverio, 24/A  
 10146 Torino



SIS Sopa  
 Via Inverio, 24/A  
 10146 Torino

Consorzio Stabile fra le Imprese:



SACYR S.A.



INC S.p.A.



SPAL S.p.A.



INFRAESTRUCTURAS S.A.  
 Paseo de la Castellana, 83-85  
 28046 Madrid

Società di progetto ai sensi dell'art. 156 D.LGS 163/06  
 subentrato all'ATI

### PROGETTISTA



**Ingegneria Grandi Opere S.r.l.**  
 Via Inverio, 24/A  
 10146 Torino

### RESPONSABILE PROGETTAZIONE



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
 DELLA PROVINCIA DI CUNEO  
 1211 Dott. Ing. Claudio Dogliani

### RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE



### SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE DELL'INFRASTRUTTURA E DELLE OPERE CIVILI



### COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE



### GEOLOGO



N. Progr. \_\_\_\_\_  
 Carrella N. \_\_\_\_\_

## PROGETTO DEFINITIVO

(C.U.P. H51B03000050009)

LOTTO 3 - TRATTA "F"  
 Dal Km. 54+755 al Km 55+495

### TITOLO ELABORATO:

## DOCUMENTAZIONE TECNICO-ECONOMICA CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

P V D T E G E G E 3 F 0 0 0 - 0 0 1 0 0 0 1 R A 0

SCALA: -

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
0	PRIMA EMISSIONE	SIS	05/03/2012	IGO	09/03/2012	SIS	14/03/2012

### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giuseppe FASIOL

### IL COMMISSARIO:

Ing. Silvano VERNIZZI

### VALIDAZIONE:

PROTOCOLLO : \_\_\_\_\_

DEL: \_\_\_\_\_

## SOMMARIO

---

SOMMARIO .....	1
NOTE INTRODUTTIVE .....	18
PREAMBOLO .....	18
RIFERIMENTI NORMATIVI .....	18
CAPITOLO 1. : QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	19
1.1 QUALITÀ, PROVENIENZA E IMPIEGO DEI MATERIALI.....	20
1.1.1 Accettazione dei materiali .....	20
1.1.2 Conformità e non Conformità al Capitolato Speciale.....	21
1.1.3 Impiego dei materiali .....	21
1.1.4 Provvista dei materiali .....	21
1.1.5 Difetti di costruzione .....	22
1.2 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E MARCATURA CE .....	22
1.2.1 Marcatura CE -Materiali .....	22
1.3 PIANIFICAZIONE DEI LAVORI.....	23
1.3.1 Programma mensile .....	23
CAPITOLO 2. : MATERIALI .....	24
2.1 ELEMENTI IN VETRORESINA .....	25
2.1.1 Tubo diametro 60 mm .....	25
2.2 ARMATURA DI MICROPALI, INFILAGGI E JET-GROUTING .....	27
2.2.1 Tubi in acciaio per micropali e infilaggi.....	27
2.2.2 Tubi in acciaio per jet-grouting .....	27
2.2.3 Profilati in acciaio per micropali e jet-grouting .....	27
2.3 CENTINE METALLICHE PER GALLERIE .....	27
2.4 TREFOLI PER TIRANTI.....	28
2.5 FANGHI BENTONITICI .....	28
2.5.1 Materiali.....	29
2.6 GEOTESSILI.....	29
2.6.1 Geotessili non tessuti .....	29
2.6.2 Geotessili tessuti .....	30
2.7 MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ONDULATA .....	30
2.7.1 Lamiera ondulata.....	30

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

2.7.2	Bulloni .....	30
2.7.3	Giunti.....	30
2.8	GABBIONI E MATERASSI METALLICI .....	31
2.8.1	Filo metallico .....	31
2.8.2	Rivestimento protettivo.....	31
2.8.3	Rete.....	32
2.8.4	Riempimento .....	32
2.8.5	Graffe metalliche .....	33
2.9	TUBAZIONI IDRAULICHE .....	33
2.9.1	Tubi in PVC-U .....	33
2.9.2	Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE.....	34
2.9.3	Tubi in calcestruzzo non armato e armato .....	34
2.10	POZZETTI IDRAULICI.....	35
2.10.1	Pozzetti prefabbricati in c.a.v. ....	35
2.11	DIFESE SPONDALI.....	35
2.11.1	Elementi in conglomerato cementizio.....	35
2.11.2	Scogliera di pietrame.....	36
2.12	CEMENTO .....	36
2.13	AGGREGATI PER C.A. ....	37
2.14	ACQUA DI IMPASTO .....	39
2.15	ACCIAIO PER C.A.....	40
2.16	RETI IN BARRE DI ACCIAIO ELETTRISALDATE.....	41
2.17	ACCIAIO PER C.A.P. ....	41
2.18	ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE.....	41
2.19	MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE .....	42
	CAPITOLO 3. : MOVIMENTI MATERIE.....	44
3.1	DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI.....	45
3.2	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI.....	45
3.2.1	Diserbamento e scoticamento.....	45
3.2.2	Scavi .....	46
3.2.3	Rinterri e/o bonifiche .....	50
3.2.4	Rinterri.....	51
3.2.5	Rilevati .....	52

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

3.3 SPECIFICA DI CONTROLLO .....	74
3.3.1 Disposizioni generali .....	74
CAPITOLO 4. : DEMOLIZIONI .....	86
4.1 MURATURE E FABBRICATI .....	87
4.2 IDRODEMOLIZIONI.....	88
4.3 DEMOLIZIONE DI PAVIMENTAZIONE O MASSICCIA STRADALE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO.....	88
4.4 DEMOLIZIONI IN SOTTERRANEO .....	89
CAPITOLO 5. : MURATURE .....	90
5.1 MURATURE.....	91
5.2 MURATURE DI MATTONI .....	91
5.3 MURATURE DI PIETRAMA A SECCO.....	91
5.4 MURATURE DI PIETRAMA E MALTA.....	92
5.5 MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAMA ANNEGATO (CALCESTRUZZO CICLOPICO) .....	94
5.6 MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO .....	94
5.7 MALTE .....	96
5.8 INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO .....	96
5.8.1 Intonaci eseguiti a mano .....	97
5.8.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite).....	97
CAPITOLO 6. : ACCIAIO DI ARMATURA PER C.A. E C.A.P. ....	99
6.1 GENERALITÀ .....	100
6.2 ACCIAIO PER C.A. ....	100
6.2.1 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata.....	103
6.2.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate .....	104
6.2.3 Zincatura a caldo degli acciai .....	105
6.2.4 Posa in opera delle armature per c.a .....	108
6.2.5 Giunzioni di barre da c.a. ....	109
6.2.6 Controlli di accettazione in cantiere.....	110
6.3 ACCIAIO PER C.A.P.....	113
6.3.1 Fili, barre, trefoli.....	113
6.3.2 Cavo inguainato monotrefolo .....	115

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

6.3.3	Posa in opera della armatura di precompressione .....	115
6.4	COPRIFERRI .....	116
6.5	TOLLERANZE .....	116
CAPITOLO 7. : VERNICIATURE.....		117
7.1	GENERALITÀ .....	118
7.2	CICLO «A».....	118
7.3	CICLO «B».....	120
7.4	CICLO «C».....	121
7.5	PREPARAZIONE DEL SUPPORTO .....	124
7.6	CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEL CICLO DI VERNICIATURE ANTICORROSIVE.....	125
7.7	PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI.....	126
CAPITOLO 8. : CALCESTRUZZI .....		129
8.1	GENERALITÀ .....	130
8.1.1	Normativa di riferimento .....	130
8.2	CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	131
8.2.1	Durabilità dei calcestruzzi.....	132
8.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	134
8.3.1	Cemento.....	134
8.3.2	Inerti .....	135
8.3.3	Acqua di impasto.....	137
8.3.4	Additivi e disarmanti .....	138
8.3.5	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti.....	138
8.3.6	Additivi ritardanti e acceleranti .....	139
8.3.7	Additivi antigelo .....	139
8.3.8	Silice ad alta superficie specifica (silicafume) .....	140
8.4	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI.....	141
8.4.1	Prove in fase di qualifica dei conglomerati cementizi .....	144
8.5	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA .....	146
8.5.1	Inerti .....	147
8.5.2	Resistenza dei conglomerati cementizi .....	147
8.5.3	Controllo della lavorabilità .....	151

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

8.5.4	Controllo del rapporto acqua/cemento .....	151
8.5.5	Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio .....	152
8.5.6	Controllo del contenuto di aria.....	152
8.5.7	Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento.....	152
8.5.8	Controllo della $R_{ckj}$ .....	153
8.5.9	Controllo del peso di volume .....	153
8.6	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE.....	153
8.6.1	Confezione dei conglomerati cementizi.....	153
8.6.2	Trasporto.....	155
8.6.3	Posa in opera .....	157
8.6.4	Tolleranze geometriche.....	159
8.6.5	Riprese di getto .....	160
8.6.6	Posa in opera in climi freddi .....	160
8.6.7	Posa in opera in climi caldi.....	161
8.6.8	Stagionatura e disarmo .....	161
8.6.9	Maturazione accelerata con trattamenti termici.....	162
8.6.10	Disarmo.....	163
8.6.11	Protezione dopo la scasseratura.....	164
8.6.12	Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio .....	164
8.7	CALCESTRUZZO PROIETTATO (CP) .....	165
8.7.1	Tipi Di Calcestruzzo Proiettato .....	166
8.7.2	Composizione del calcestruzzo proiettato.....	167
8.7.3	Qualifica e controlli .....	167
8.8	CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO PER RIVESTIMENTI.....	170
8.9	CALCESTRUZZO AD ALTA RESISTENZA.....	171
CAPITOLO 9. : GALLERIE .....		172
9.1	GENERALITÀ .....	173
9.2	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI.....	174
9.2.1	Demolizioni.....	174
9.2.2	Scavi .....	174
9.2.3	Scavi a cielo aperto.....	176
9.2.4	Scavi a foro cieco .....	177
	Avanzamento con espulsivo .....	179

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

9.2.5	Scavo in tradizionale .....	182
9.2.6	Scavo con fresa (TBM).....	182
9.2.7	Categorie di comportamento delle gallerie - sezioni tipo .....	185
9.2.8	Centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate, scalette di rinforzo .....	193
9.2.9	Perforazione.....	194
9.2.10	Ancoraggi .....	195
9.2.11	Rivestimenti di prima e seconda fase.....	209
9.2.12	Casseforme .....	219
9.2.13	Esaurimento d'acqua.....	219
9.2.14	Drenaggi.....	220
9.2.15	Impermeabilizzazione di gallerie .....	223
9.2.16	Interventi di preconsolidamento e precontenimento .....	230
9.2.17	Gallerie con scavo eseguito completamente a cielo aperto. ....	239
9.2.18	Gallerie con scavo eseguito solo parzialmente a cielo aperto.....	240
9.2.19	Demolizioni.....	240
9.3	SPECIFICA DI CONTROLLO .....	241
9.3.1	Disposizioni generali .....	241
9.3.2	Scavi a cielo aperto.....	241
9.3.3	Scavi a foro cieco .....	242
9.3.4	Monitoraggio e indagini .....	244
9.3.5	Centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate .....	264
9.3.6	Ancoraggi .....	264
9.3.7	Conglomerato cementizio proiettato.....	273
9.3.8	Conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato .....	274
9.3.9	Conglomerato cementizio gettato in opera.....	275
9.3.10	Drenaggi.....	276
9.3.11	Impermeabilizzazione.....	276
9.3.12	Preconsolidamento del fronte di scavo.....	277
9.3.13	Iniezioni .....	278
9.3.14	Tubi metallici valvolati ed iniettati .....	281
9.3.15	Jet-grouting .....	282
	CAPITOLO 10. PAVIMENTAZIONI .....	285

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

10.1	GENERALITÀ .....	286
10.2	STRATI DI FONDAZIONE .....	287
10.2.1	Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato .....	287
10.2.2	Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi.....	287
10.2.3	Modalità esecutive.....	289
10.2.4	Fondazione in misto cementato confezionato in centrale.....	290
10.2.5	Strato di base .....	296
10.2.6	Strati di collegamento (binder) e di usura.....	302
10.3	EMULSIONI MODIFICATE .....	313
10.4	BITUMI PER MANI D'ATTACCO .....	313
10.5	SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI.....	314
10.5.1	Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature	315
10.5.2	Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile ...	316
10.6	SPECIFICA DI CONTROLLO .....	320
10.6.1	Disposizioni generali .....	320
10.6.2	Strati di fondazione.....	320
10.6.3	Strato di base .....	326
10.6.4	Strati di collegamento (binder) e di usura.....	329
10.6.5	Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile ...	334
10.6.6	Microtappeti a freddo.....	334
10.6.7	Microtappeti a freddo con inerti chiari naturali o artificiali da impiegare in galleria.....	337
10.6.8	Pavimentazione in cubetti di pietra.....	339
10.6.9	Cordoli.....	340
CAPITOLO 11. : OPERE DI CONSOLIDAMENTO .....		342
11.1	CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE .....	343
11.1.1	Classificazione .....	343
11.1.2	Definizioni.....	344
11.2	TIRANTI D'ANCORAGGIO .....	347
11.2.1	Prove Tecnologiche Preliminari.....	347
11.2.2	Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali.....	351
11.2.3	Materiali ed elementi costruttivi .....	351



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

11.2.4	Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione .....	353
11.2.5	Tolleranze geometriche.....	354
11.2.6	Perforazione.....	355
11.2.7	Allestimento del tirante .....	356
11.2.8	Elementi di protezione.....	357
11.2.9	Tesatura e collaudo.....	358
11.2.10	Protezioni anticorrosive in opera .....	359
11.3	BARRE D'ANCORAGGIO, BULLONI E CHIODI.....	360
11.3.1	Barre d'ancoraggio e bulloni.....	360
11.3.2	Chiodi.....	360
11.3.3	Iniezione.....	361
11.3.4	Bulloni e chiodi speciali .....	362
11.4	MICRODRENI.....	369
11.4.1	Generalità.....	369
11.4.2	Caratteristiche dei tubi filtranti .....	369
11.5	TRINCEE DRENANTI.....	372
11.6	POZZI DRENANTI.....	373
11.6.1	Attrezzature.....	373
11.6.2	Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi.....	374
11.6.3	Allestimento definitivo dei pozzi .....	374
11.7	TRATTAMENTI COLONNARI.....	376
11.7.1	Soggezioni geotecniche ed ambientali .....	376
11.7.2	Prove tecnologiche preliminari .....	376
11.7.3	Caratteristiche minime dei trattamenti .....	378
11.7.4	Tolleranze .....	379
11.7.5	Miscele cementizie di iniezione .....	379
11.7.6	Armatura dei trattamenti colonnari .....	380
11.8	INIEZIONI .....	381
11.8.1	Soggezioni geotecniche ed ambientali.....	381
11.8.2	Salvaguardia ambientale.....	381
11.8.3	Tolleranze .....	381
11.8.4	Materiali.....	382
11.8.5	Modalità esecutive.....	383

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

11.9	DIAFRAMMI, PALANCOLE .....	386
11.9.1	Generalità.....	386
11.9.2	Diaframmi in cemento armato .....	388
	Dovranno quindi essere minimizzati: .....	388
11.9.3	Preparazione dei piani di lavoro .....	390
11.9.4	Modalità esecutive.....	395
11.9.5	Specifica di controllo .....	398
11.9.6	Palancole .....	404
11.10	PALI TRIVELLATI.....	405
11.10.1	Classificazione .....	405
11.10.2	Normative di riferimento .....	406
11.10.3	Preparazione del piano di lavoro .....	406
11.10.4	Pali di medio e grande diametro.....	406
11.10.5	Prove tecnologiche preliminari .....	408
11.10.6	Materiali.....	409
11.10.7	Tipologie esecutive.....	414
11.10.8	Prove di carico.....	420
11.10.9	Specifica di controllo .....	432
11.10.10	Pali trivellati ad elica .....	438
	CAPITOLO 12. : OPERE DI DIFESA .....	440
12.1	GABBIONATE.....	441
12.1.1	Gabbioni metallici .....	441
12.1.2	Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli.....	442
12.2	DIFESE SPONDALI.....	458
12.2.1	Prismi in conglomerato cementizio.....	458
12.2.2	Massi di roccia.....	459
12.2.3	Gabbioni.....	461
12.2.4	Materassi in pietrame .....	461
12.2.5	Soglie di fondo .....	463
12.2.6	Scogliere in massi .....	463
12.3	MURI DI SOSTEGNO.....	464
12.3.1	Muri in muratura .....	464
12.3.2	Muri in calcestruzzo.....	465

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

12.3.3	Muri in gabbioni.....	465
12.3.4	Impermeabilizzazione di manufatti cementizi.....	465
12.4	OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA.....	468
12.4.1	Strutture di sostegno a scomparti cellulari.....	469
12.5	SPECIFICA DI CONTROLLO.....	470
12.5.1	Difesa del corpo stradale.....	470
12.5.2	Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento.....	472
12.5.3	Muri di sostegno.....	472
	CAPITOLO 13. : OPERE IN VERDE.....	478
13.1	OPERE IN VERDE.....	479
13.1.1	Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole.....	479
13.1.2	Rivestimento delle scarpate.....	479
13.1.3	Concimazioni.....	480
13.1.4	Semine.....	481
13.1.5	Cure colturali.....	491
13.1.6	Pulizia del piano viabile.....	492
	CAPITOLO 14. : MURI IN TERRA RINFORZATA E RINVERDITA.....	493
14.1	MURI IN TERRA RINFORZATA E RINVERDITA.....	494
14.1.1	GENERALITÀ.....	494
14.1.2	Fasi di realizzazione.....	494
14.1.3	Normativa.....	495
14.1.4	Materiali.....	496
14.2	CONTENUTO IN SALI SOLUBILI.....	497
	CAPITOLO 15. : SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE,                 SEGNALETICA	
	COMPLEMENTARE   499	
15.1	PREMESSA.....	500
15.2	SEGNALETICA VERTICALE.....	500
15.2.1	Produzione.....	500
15.2.2	Costruzione dei segnali.....	500
15.2.3	Costruzione delle strutture.....	506
15.2.4	Posa in opera.....	510
15.2.5	Rettifiche e rimozione.....	517
15.2.6	Indicazioni progettuali specifiche.....	518

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

15.2.7	Certificazioni e prove.....	519
15.3	DELINEATORI.....	520
15.3.1	Delineatori stradali.....	520
15.4	SEGNALETICA ORIZZONTALE.....	528
15.4.1	Segnaletica orizzontale .....	528
CAPITOLO 16. : CARPENTERIA METALLICA .....		537
16.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	538
16.2	APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI DA COSTRUZIONE .....	538
16.2.1	GENERALITA'.....	538
16.2.2	MATERIALI IMPIEGATI .....	540
16.3	LAVORAZIONI DI OFFICINA.....	541
16.3.1	DOCUMENTAZIONE .....	541
16.4	MODALITA' ESECUTIVE.....	542
16.4.1	SOGGEZIONI AMBIENTALI .....	543
16.4.2	TOLLERANZE GEOMETRICHE .....	543
16.4.3	SALDATURE.....	543
16.4.4	UNIONI BULLONATE .....	544
16.4.5	CONNETTORI E PARTI ANNEGATE NEL GETTO.....	546
16.4.6	DURABILITA' .....	547
16.5	COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI.....	547
16.6	COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE.....	549
16.7	MONTAGGIO.....	550
16.8	PROVE E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA .....	553
16.8.1	CONTROLLO DELLE SALDATURE .....	553
16.8.2	CONTROLLO DELLE UNIONI BULLONATE.....	555
16.8.3	CONTROLLO DEI CONNETTORI TIPO NELSON .....	556
16.9	CRITERI DI ACCETTABILITA' DEI DIFETTI .....	556
16.9.1	ESTENSIONE DEI CONTROLLI IN CASO DI ESITO NEGATIVO .....	556
16.10	COLLEGAMENTI SPECIALI.....	557
16.11	PERSONALE ADDETTO ALLE ISPEZIONI E CONTROLLI DELLE SALDATURE ..	557
16.12	PROVE DL CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO .	557

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

CAPITOLO 17. : CASSEFORME E CENTINATURA.....	559
17.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	560
17.2 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE .....	561
CAPITOLO 18. : IMPERMEABILIZZAZIONE MANUFATTI IN CLS .....	564
18.1 GENERALITÀ.....	565
18.2 MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE REALIZZATO CON MEMBRANA ELASTICA CONTINUA IN MATERIALE SINTETICO EPOSSIPOLIURETANICO SPRUZZATA IN OPERA.....	567
18.2.1 Primer di adesione .....	567
18.2.2 Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera .....	567
18.2.3 Mano d'attacco per il collegamento della membrana con la pavimentazione .....	568
18.2.4 Modalità di applicazione.....	568
18.3 CAPPÀ DI MASTICE DI ASFALTO SINTETICO .....	569
18.3.1 Materiali.....	569
18.3.2 Modalità di applicazione.....	571
18.3.3 Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico.....	573
18.4 GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE .....	574
18.4.1 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione .....	574
18.4.2 Guaina preformata .....	576
18.4.3 Modalità di posa in opera e prove sul prodotto finito.....	577
18.5 MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE CONTINUO REALIZZATO IN OPERA CON BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TESSUTO NON TESSUTO .....	578
18.5.1 Materiali.....	578
18.5.2 Modalità esecutive.....	579
18.6 VERNICI BICOMPONENTI IN CATRAME E RESINE EPOSSIDICHE.....	579
18.6.1 Pianificazione .....	579
18.6.2 Elementi protettivi dalla corrosione dell'impalcato .....	580
18.6.3 Materiali.....	581
18.6.4 Esecuzione del lavoro .....	582

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

18.7	SPECIFICHE DI CONTROLLO.....	583
18.8	PROVE DI ACCETTAZIONE .....	583
18.9	CONTROLLI SULLA POSA IN OPERA.....	583
CAPITOLO 19. : POST TENSIONE DI ELEMENTI IN C.A.P.....		585
19.1	GENERALITÀ .....	586
19.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	586
19.3	ONERI PRELIMINARI A CARICO DELL'APPALTATORE.....	586
19.4	ANCORAGGI DELLA ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE.....	587
19.5	CONDOTTI E SFIATI.....	588
19.6	MARTINETTI .....	588
19.7	CAVI .....	589
19.8	RESISTENZA DEL CLS ALL'ATTO DELLA TESATURA.....	589
19.9	TESATURA DELLE ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE .....	589
19.9.1	Generalità' .....	589
19.9.2	Procedura di controllo dell'allungamento del cavo in fase di tesatura ....	590
19.10	INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE.....	591
19.10.1	Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di nuove strutture in cap.....	591
19.10.2	Miscele a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture esistenti in cap. ....	593
19.11	PROTEZIONE DELLE TESTATE DI ANCORAGGIO .....	597
CAPITOLO 20. : PREFABBRICATI.....		599
20.1	GENERALITÀ .....	600
20.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	601
20.3	PRODOTTI DI SERIE .....	602
20.4	PRODOTTI IN STABILIMENTO O A PIE' D'OPERA .....	603
20.4.1	Impianti di prefabbricazione e modalità esecutive.....	603
20.4.2	Controllo sulle casseforme .....	603
20.4.3	Controlli sul posizionamento delle armature.....	603
20.4.4	Calcestruzzo .....	604
20.4.5	Esecuzione getto.....	604
20.4.6	Stagionatura .....	604
20.4.7	Scassero .....	604

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

20.4.8	Controlli in corso d'opera.....	605
20.4.9	Stoccaggio .....	605
20.4.10	Trasporto e montaggio .....	605
20.4.11	Appoggi .....	607
20.5	ONERI SPECIFICI DELL' APPALTATORE .....	608
	CAPITOLO 21. : OPERE EDILI.....	609
21.1	INTONACI.....	610
21.1.1	Intonaci eseguiti a mano .....	611
21.1.2	Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite).....	611
21.1.3	Prove e controlli di laboratorio.....	612
21.2	SOLAI .....	612
21.2.1	Generalità.....	612
21.2.2	Solai misti in c.a. e laterizi .....	613
21.2.3	Solai alleggeriti a struttura in c.a. ....	613
21.2.4	Solai in lamiera grecata e getto collaborante in c.a.....	614
21.2.5	Solai in lastre multiferi estruse prefabbricate in c.a. ....	614
21.3	CONTROSOFFITTI .....	615
21.3.1	In pannelli ad impasto gessoso .....	615
21.3.2	In pannelli di fibre minerali.....	615
21.3.3	In pannelli di lamierino d'alluminio.....	615
21.3.4	In elementi modulari a cielo aperto.....	616
21.3.5	In doghe d'alluminio .....	616
21.3.6	In lastre di gesso cartonato su intelaiatura portante.....	617
21.3.7	In tavolato d'abete .....	617
21.3.8	Controsoffitto tagliafuoco.....	617
21.4	COPERTURE .....	617
21.4.1	Norme generali.....	617
21.4.2	In lastre ondulate di fibrocemento .....	618
21.4.3	In lastre nervate d'alluminio.....	618
21.4.4	In pannelli sandwich autoportanti .....	619
21.4.5	In lastre di lamiera grecata .....	620
21.4.6	In lastre di metacrilato .....	620
21.4.7	In pannelli d'acciaio inox.....	621

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

21.4.8	In lamiera di rame.....	621
21.4.9	Strato di ghiaia .....	621
21.4.10	In lastre compatte di policarbonato.....	622
21.5	PARETI IN PANNELLI PREFABBRICATI.....	627
21.5.1	Pannelli portanti in c.a.v. normale o alleggerito.....	627
21.5.2	Pannelli di tamponamento e divisori.....	628
21.6	PARETI DIVISORIE MOBILI.....	632
21.6.1	Norme generali.....	632
21.6.2	Pareti in lastre di truciolare ignifugo .....	632
21.6.3	Pareti in lastre di fibrocemento.....	633
21.7	CONTROFODERE .....	634
21.7.1	Norme generali.....	634
21.7.2	Controfodera in pannelli di gesso cartonato .....	634
21.7.3	Controfodera in lastre truciolari .....	634
21.7.4	Controfodera in lastre di fibrocemento .....	634
21.8	ISOLAMENTI .....	635
21.9	RIVESTIMENTI.....	635
21.9.1	Piastrelle smaltate.....	635
21.9.2	Mattoncini in litoceramica (clinker) .....	636
21.9.3	Zoccolino battiscopa.....	636
21.9.4	Lastre in pietra naturale.....	636
21.9.5	Cordonate in pietra.....	637
21.9.6	Gradini prefabbricati .....	638
21.9.7	Gradini rivestiti con profilati di gomma.....	638
21.9.8	Soglie e davanzali in c.a.....	638
21.9.9	Rivestimento con pannelli di acciaio porcellanato .....	638
21.9.10	Rivestimento in blocchi prefabbricati .....	639
21.10	VESPAI.....	639
21.11	PAVIMENTI.....	640
21.11.1	Norme generali.....	640
21.11.2	In conglomerato cementizio .....	641
21.11.3	In lastre di marmo.....	643
21.11.4	In piastrelle di grès .....	643



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

21.11.5	In gomma e vinilico.....	644
21.11.6	In lastre di calcestruzzo.....	644
21.11.7	In elementi modulari autobloccanti in cls vibrato .....	644
21.11.8	In mattonelle.....	645
21.11.9	In lastre di agglomerato vibrocompresso.....	645
21.11.10	In moquette.....	645
21.11.11	In modulare sopraelevato .....	646
21.12	CANALI DI GRONDA, PLUVIALI, SCOSSALINE, ECC.....	647
21.12.1	Norme generali.....	647
21.12.2	Bocchettoni .....	647
21.12.3	Canali di gronda, foderature, converse, scossaline.....	647
21.12.4	Pluviali.....	648
21.12.5	Strutture e lattonomie in acciaio inox .....	648
21.13	RIVESTIMENTI IN ALLUMINIO E LEGHE LEGGERE DI ALLUMINIO .....	649
21.14	RIVESTIMENTI IN LAMIERA STIRATA .....	649
21.15	INFISSI .....	649
21.15.1	Norme generali.....	649
21.15.2	Infissi in legno .....	651
21.15.3	Infissi in ferro.....	655
21.15.4	Infissi in alluminio e sue leghe.....	657
21.15.5	Tende alla veneziana .....	661
21.15.6	Persiane avvolgibili in materia plastica.....	661
21.15.7	Serrande avvolgibili in acciaio zincato.....	662
21.15.8	Porte a bilico .....	663
21.15.9	Portoni ad impacco laterale.....	663
21.15.10	Portoni di tipo sezionale.....	665
21.15.11	Lucernari.....	667
21.16	TINTEGGIATURE E VERNICIATURE.....	668
21.16.1	Norme generali.....	668
21.16.2	Tinteggiatura .....	669
21.16.3	Verniciatura di pareti in muratura .....	669
21.16.4	Verniciature di strutture in acciaio .....	670
21.16.5	Verniciature di opere in legno.....	673

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

21.16.6 Protezione al fuoco.....	674
21.16.7 Tappezzeria in plastica.....	675
21.16.8 Rivestimenti plastici.....	676
21.16.9 Ossidazione anodica.....	676

## **NOTE INTRODUTTIVE**

---

### ***PREAMBOLO***

Le indicazioni contenute nel presente Capitolato prevalgono su quelle contenute negli altri documenti. In ogni caso le incongruenze vanno segnalate alla Committenza che ne certifica la veridicità e conferma o meno la prevalenza del contenuto del Capitolato sul resto.

### ***RIFERIMENTI NORMATIVI***

I riferimenti per lo sviluppo della progettazione ed esecuzione dei lavori sono i seguenti:

- Nuove Norme Tecniche per le costruzioni – D.M. Infrastrutture - 14 gennaio 2008
- D.Lvo 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
- D.Lvo 12 aprile 2006, n.163 e s.m.i.

Non devono essere prese in riferimento le normative riportate nel presente Capitolato se in contrasto o superate da quelle sopra elencate.

# **CAPITOLO 1.: QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

## **1.1 QUALITÀ, PROVENIENZA E IMPIEGO DEI MATERIALI**

I materiali (intesi come materiali, prodotti, composti, forniture, componenti, ecc.) devono corrispondere alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore Lavori.

### **1.1.1 Accettazione dei materiali**

I materiali da impiegare nei lavori dovranno essere:

- a) prequalificati corredandoli di tutti i certificati di prove sperimentali o di dichiarazioni a cura del Produttore necessari ad attestare, prima dell'impiego, la loro conformità in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche alle prescrizioni del presente Capitolato Speciale;
- b) certificati mediante la documentazione di attestazione rilasciata da un Ente terzo indipendente (Marcatura CE) ovvero, ove previsto, autocertificati dal Produttore. L'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori una copia dei certificati;
- c) accettati dal Direttore Lavori mediante controllo delle certificazioni cui ai punti precedenti e mediante prove sperimentali di accettazione;
- d) ulteriormente verificati nel caso in cui il Direttore Lavori ravvisi difformità nella fornitura dei materiali, nelle lavorazioni o nell'opera ultimata rispetto a quanto richiesto dal presente Capitolato Speciale.

Tutti gli oneri per prelievi, prove di laboratorio e certificati relativi ai punti a), b) e c) rimangono ad esclusivo carico dell'Appaltatore, permanendo inoltre, a carico dello stesso l'onere dei prelievi, dell'eventuale conservazione dei campioni e delle prove che diano esito negativo. Nel caso il materiale risulti non conforme agli standard ed ai controlli previsti ai punti a), b) o c), lo stesso non sarà ritenuto idoneo all'impiego e dovrà essere immediatamente allontanato dal cantiere, sostituendolo con altra fornitura che corrisponda alle caratteristiche volute. Le opere già costruite utilizzando materiale non conforme dovranno essere demolite a totale cura e spese dell'Appaltatore.

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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**1.1.2 Conformità e non Conformità al Capitolato Speciale**

Il presente Capitolato Speciale determina le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive ritenute idonee per eseguire le lavorazioni in modo conforme alle aspettative di qualità della Committente.

Il Personale della Direzione Lavori è preposto a rilevare, utilizzando un apposito modulo di "Non Conformità", gli scostamenti riscontrati nei materiali utilizzati, nelle forniture, nelle caratteristiche di una parte dell'opera o nelle sue modalità esecutive, rispetto alle prescrizioni del Progetto e del Capitolato Speciale.

Le lavorazioni oggetto di procedura di "Non Conformità" non verranno contabilizzate fino a quando la Direzione Lavori dichiarerà la chiusura della procedura, attestando l'intervenuta risoluzione della non conformità. Le "Non Conformità" che non troveranno risoluzione causeranno la demolizione dell'opera non conforme.

**1.1.3 Impiego dei materiali**

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

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

**1.1.4 Provvista dei materiali**

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Appaltatore è libero di scegliere il luogo ove rifornirsi dei materiali necessari alla realizzazione del lavoro, purché essi abbiano le caratteristiche prescritte dai documenti tecnici allegati al contratto. Le eventuali modifiche di tale scelta non comportano diritto al riconoscimento di maggiori oneri, né all'incremento dei prezzi pattuiti.

Nel prezzo dei materiali sono compresi tutti gli oneri derivanti all'Appaltatore dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni,

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

### **1.1.5 Difetti di costruzione**

L'Appaltatore deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che il Direttore Lavori accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze. Qualora il Direttore Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'Appaltatore che dovrà farsi carico di tutte le attività necessarie a consentire l'espletamento delle verifiche. Quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'Appaltatore, in caso contrario l'Appaltatore ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

## **1.2 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ E MARCATURA CE**

I prodotti che riportano la marcatura CE - che ne attesta l'idoneità per un dato impiego previsto, secondo un insieme di prestazioni minime che si rifanno ai requisiti essenziali della Direttiva 89/106/CE - beneficiano di presunzione di rispondenza alle caratteristiche dichiarate.

### **1.2.1 Marcatura CE -Materiali**

Tutti i materiali forniti dall'Appaltatore da impiegare nei lavori dovranno presentare -ove previsto dalla Normativa italiana vigente -la Marcatura CE, a garanzia della conformità del prodotto a tutte le direttive e norme ad esso applicabili.

Materiali non rispondenti a tale requisito, non saranno ritenuti idonei all'impiego e dovranno essere immediatamente allontanati dal cantiere, sostituendoli con altri che corrispondano alle caratteristiche volute. L'utilizzo di un prodotto sprovvisto di Marcatura CE dovrà essere preventivamente autorizzato dal Direttore Lavori previa motivata richiesta scritta dell'Appaltatore.

### **1.3 PIANIFICAZIONE DEI LAVORI**

Ferma restando la piena autonomia dell'Appaltatore sulla conduzione del cantiere, è prevista la consegna alla Direzione Lavori dei seguenti strumenti di controllo dell'andamento dei lavori:

#### **1.3.1 Programma mensile**

In aggiunta al Programma Esecutivo dei Lavori previsto dal Contratto e alle sue periodiche revisioni, l'Appaltatore per l'intera durata del cantiere dovrà presentare mensilmente un "Cronoprogramma" sul quale sarà rappresentato un diagramma Gaant delle attività della settimana in corso e di quella successiva.

Convenzionalmente le mensilità sono definite dalle ore 0,00 del giorno 1 alle ore 24,00 del giorno 28/30/31 del mese in esame.

Il cronoprogramma mensile dovrà essere presentato per approvazione al Direttore Lavori almeno 48 ore prima dell'inizio di ciascuna mensilità. Ogni variazione rispetto a quanto programmato dovrà essere tempestivamente comunicata in forma scritta (tramite telefax) alla Direzione Lavori.



## **CAPITOLO 2.: MATERIALI**

---

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Vengono di seguito riassunte le caratteristiche dei materiali di più frequente utilizzo nelle lavorazioni. Per tutti gli altri componenti occorrerà fare riferimento agli specifici capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

## 2.1 ELEMENTI IN VETRORESINA

Il tubo in vetroresina dovrà essere prodotto con resina poliestere termoindurente rinforzata con fibre di vetro; il contenuto in peso della fibra di vetro non dovrà essere inferiore al 55%.

### 2.1.1 Tubo diametro 60 mm

Tubo in resina poliestere termoindurente rinforzata con fibra di vetro con superficie esterna ad aderenza migliorata ottenuta per tornitura (filettatura di passo max 60 mm e profondità minima 0.5 mm) o, in alternativa, mediante riporto con resinatura di sabbia sferoidale al quarzo. La lunghezza del tubo dovrà essere conforme a quella di progetto, ottenuta con un'unica barra senza giunzioni.

Ogni tubo dovrà essere corredato dei dispositivi per le iniezioni di bloccaggio ed in particolare: tappo di fondo, valvole per le iniezioni, tubo di sfogo aria, valvola di non ritorno, cianfrinatura a bocca perforo.

#### 2.1.1.1 Caratteristiche Geometriche

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Sezione resistente	mm <sup>2</sup>	1500
Diametro esterno	mm	60
Diametro interno	mm	40

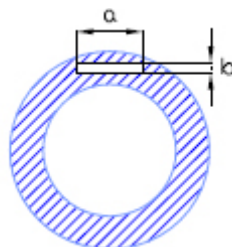
Tolleranze dimensionali secondo ASTM D3917

#### 2.1.1.2 Caratteristiche Meccaniche

Caratteristica	Unità di misura	Valore minimo	Norma di riferimento
Massa volumica	g/cc	1.9	UNI 7092
Resistenza a trazione	MPa	600	UNI EN61
Resistenza a flessione	MPa	600	ASTM D790
Modulo elastico	MPa	30.000	UNI EN61(ASTM D790 A FLEX)
Resistenza a taglio	MPa	100	ASTM D732

### 2.1.1.3 Prove

Il presente paragrafo tratta solo degli adattamenti e precisazioni - derivanti dalla particolare natura e geometria del manufatto in esame - necessari per un corretto utilizzo delle normative citate. I provini devono essere ricavati dal tubo secondo lo schema sotto riportato.



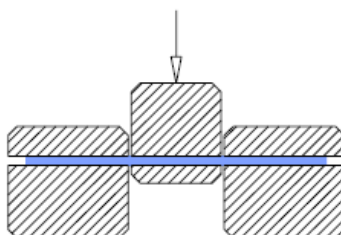
Le provette prismatiche di sezione  $a*b*l$  (lunghezza) indicate nelle normative citate, devono essere ricavate per asportazione meccanica della parte tratteggiata avendo cura che l'ultima fase di lavorazione sia una rettifica refrigerata di 0.5 mm per lato sulle superfici di dimensioni  $a*l$ .

#### 2.1.1.3.1 Prova di flessione

La prova di flessione va eseguita su provette tali che il rapporto luce libera/spessore sia almeno 40 per minimizzare gli effetti del taglio. Il valore di resistenza ricavato da tale prova può essere considerato come una determinazione indiretta, conservativa e molto agevole di quello a trazione

#### 2.1.1.3.2 Prova di taglio

La prova di resistenza a taglio per tranciatura secondo ASTM D 732 dovrebbe essere eseguita su di un disco di materiale di 50 mm di diametro (o su di una placca 50x50) che deve essere incastrato totalmente nella matrice di punzonatura. Il punzone è a sezione circolare da 1 pollice di diametro. In realtà dal tubo possono essere ricavate provette di non più di 20 -25 mm di larghezza e, pertanto non è possibile ripetere le condizioni di prova previste dalla norma. La punzonatura viene allora effettuata incastrando il provino alle estremità secondo lo schema sottostante ed usando un punzone di sezione quadra o circolare di diametro  $> 50$  mm su provini di sezione indicativa 20x3mm.



## **2.2 ARMATURA DI MICROPALI, INFILAGGI E JET-GROUTING**

### **2.2.1 Tubi in acciaio per micropali e infilaggi**

L'armatura tubolare sarà costituita da:

- profilati cavi finiti a caldo (senza saldatura), conformi alla norma UNI EN 10210-1
- profilati cavi saldati formati a freddo, conformi alla norma UNI EN 10219-1

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all' 80% carico ammissibile a compressione. L'Appaltatore dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per ogni fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

### **2.2.2 Tubi in acciaio per jet-grouting**

L'armatura tubolare sarà costituita da:

- profilati cavi finiti a caldo (senza saldatura), conformi alla norma UNI EN 10210-1

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo filettatura interna. Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, lunghezza, sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno al 70% carico ammissibile a compressione. L'Appaltatore dovrà eseguire un prelievo di tubazione giuntata, per ogni fornitura omogenea, in modo da poter effettuare le prove di verifica a trazione.

### **2.2.3 Profilati in acciaio per micropali e jet-grouting**

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati dovranno essere conformi a quanto prescritto nei disegni di progetto. Di norma i profilati dovranno essere costituiti da elementi unici. Saranno ammesse giunzioni saldate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12÷14m).

## **2.3 CENTINE METALLICHE PER GALLERIE**

Le centine costituite da profilati a doppio T dovranno essere in acciaio di tipo S275. Le centine in acciaio reticolare, qualora previste, dovranno essere costituite, se non indicato diversamente nel progetto, da barre d'acciaio del tipo B450C. I bulloni dovranno essere di classe non inferiore alla 8.8-UNI 3740/74.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**2.4 TREFOLI PER TIRANTI**

Si utilizzeranno trefoli  $\varnothing$  6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- componenti : 7 fili  $\varnothing$  5 mm
- diametro nominale : 15.20 mm
- sezione nominale : 139 mm<sup>2</sup>
- tensione effettiva all' 1% di allungamento : 225 kN
- tensione di rottura effettiva : 250 kN
- modulo elastico :  $E=200 \div 205$  KN/mm<sup>2</sup>
- limite elastico convenzionale allo 0.1% :  $f_p(1)k$  1600N/mm<sup>2</sup>
- tensione di rottura :  $f_{ptk} \geq 1800$  N/mm<sup>2</sup>
- allungamento a rottura su 610 mm : 5.2 -5.1%
- peso : 1.1Kg/m Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:
- in esercizio :  $\sigma_a \leq 0.6 f_{ptk}$
- in fase provvisoria :  $\sigma_{ca} \leq 0.85 f_p(1)k$  a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:
- in esercizio :  $T \leq 150$  kN
- in fase transitoria (\*) :  $T \leq 180$  kN

**2.5 FANGHI BENTONITICI**

I fanghi bentonitici da impiegare negli scavi per l'esecuzione di diaframmi in c.a. e nella realizzazione di perfori per l'esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando, fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua;
- bentonite in polvere o in alternativa fanghi polimerici
- additivi eventuali (disperdenti, sali tampone, ecc.).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**2.5.1 Materiali**

Viene lasciata all' Appaltatore la facoltà di scelta del prodotto in funzione della metodologia di scavo e delle attrezzature disponibili. La scelta del tipo di fango, avverrà anche in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda. Per fango polimerico biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua. Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di polisaccaridi vegetali, biopolimeri. Si sconsiglia l'impiego dei poliacrilammidi di sintesi se non per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

Si riportano nella seguente tabella 1 i parametri caratteristici di riferimento di una bentonite da utilizzare nella preparazione di un fango di stabilizzazione:

residui al passante di 63µm	<4%
tenore di umidità:	< 15%
Limite di liquidità:	> 300
viscosità 1500÷1000 MARSH della sospensione al 6% in acqua distillata:	> 40s
decantazione della sospensione al 6% in 24 h:	<2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm 3 della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0,7 MPa:	< 18 cm 3
pH dell'acqua filtrata:	> 7 < 9
spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro pressa:	2,5 mm

Tabella 1

**2.6 GEOTESSILI**

Sono costituiti da geotessile nontessuto e geotessile tessuto. Le caratteristiche fisico-chimiche dei materiali vengono descritte nei singoli capitoli delle "Norme per l'esecuzione dei lavori".

**2.6.1 Geotessili non tessuti**

I geotessili nontessuti dovranno essere ottenuti da fibre poliolefiniche (polipropilene e/o polietilene) o poliestere (con esclusione di fibre riciclate), agglomerate mediante sistema di agugliatura meccanica, termofusione, termocalandratura e termolegatura stabilizzate ai raggi UV, con esclusione di collanti, resine, additivi chimici. I geotessili nontessuti possono

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

essere a filo continuo, quando il filamento ha lunghezza teoricamente illimitata, oppure a fiocco, quando il filamento viene tagliato prima della cardatura.

### **2.6.2 Geotessili tessuti**

I geotessili tessuti devono essere prodotti con le tecniche della tessitura industriale a trama e ordito, con filati o bandelle in polipropilene o poliestere, stabilizzate ai raggi UV, con l'esclusione di materia prima riciclata.

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

## **2.7 MANUFATTI TUBOLARI IN LAMIERA ONDULATA**

### **2.7.1 Lamiera ondulata**

L'acciaio delle lamiere sarà acciaio al carbonio conforme alle UNI EN 10025.

La geometria delle ondulazioni sarà conforme alle AASHO M167 e AASHO M36.

La struttura dovrà comunque presentare una rigidità sufficiente ai fini della movimentazione e dell'installazione.

### **2.7.2 Bulloni**

Verranno utilizzati bulloni ad alta resistenza aventi caratteristiche meccaniche conformi alla norma UNI EN 20898 (ISO 898/1).

Per i bulloni le associazioni dadi-viti sarà conforme alla CNR UNI 10011.

Le associazioni tra bulloni ed ondulazioni della lamiera saranno conformi alle indicazioni del produttore.

### **2.7.3 Giunti**

I requisiti meccanici e prestazionali dei giunti dovranno essere conformi a consolidati sistemi di standardizzazione, quali quelli sviluppati dal Bridge Design Code Committee dell'AASHTO, pubblicati nelle AASHTO Bridge Specifications, Division II, Section 26.4.2, o ad altri ritenuti equivalenti a giudizio della Direzione Lavori.

## 2.8 GABBIONI E MATERASSI METALLICI

### 2.8.1 Filo metallico

Il filo metallico utilizzato per la costruzione della rete e per le legature sarà a basso tenore di carbonio costituito da vergella utilizzata nei processi di trafilatura a freddo di cui alla UNI EN 10016-2.

La resistenza a trazione sarà conforme alla UNI EN 10223-3 (valori compresi tra 350 e 550 MPa, allungamento a rottura non inferiore al 10%).

Le tolleranze dimensionali saranno quelle stabilite dalla UNI EN 10218-2 classe T1; per i diametri standard esse risultano:

- diametri 2,2, 2,4 e 2,7 mm:  $\pm 0,06$  mm
- diametri 3,0, 3,4 e 3,9 mm:  $\pm 0,07$  mm

### 2.8.2 Rivestimento protettivo

Per gli impieghi descritti precedentemente sono previsti:

- a) rivestimento in lega eutettica zinco-alluminio (95%-5%) -cerio –lantano.

Il rivestimento in lega eutettica sarà conforme alla UNI EN 10244-2 classe A.

Il ricoprimento minimo in funzione del diametro nominale del filo sarà definito come dal seguente prospetto:

Diametro (mm)	Ricoprimento minimo (g/ m <sup>2</sup> )
2,0	215
2,2	230
2,4	230
2,7	245
3,0	255
3,4	265
3,9	275



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**2.8.3 Rete**

La rete presenterà caratteristiche dimensionali (apertura e tolleranze) conformi alla UNI EN 102233. Per le dimensioni standard delle maglie disponibili in commercio (6x8, 8x10, 10x12) le tolleranze risultano -4% / +16%.

Per gli impieghi descritti al par. 15, le combinazioni tipiche tra le dimensioni della maglia ed il diametro del filo sono:

gabbioni	8x10	2,7 (con riv. polimerico) e 3,0
materassi	6x8	2,2 (con riv. polimerico)

Il diametro del filo di bordatura avrà un diametro maggiore di quello costituente la rete, secondo le seguenti combinazioni:

diametro filo rete (mm)	diametro filo bordatura (mm)
2,2	2,7
2,7	3,4
3,0	3,9

Per gli impieghi descritti al par. 15.0 i valori caratteristici di resistenza della rete metallica dovranno essere i seguenti:

Resistenza a trazione	GABBIONI	MATERASSI
parallela alla torsione (kN/m)	50	34
perpendicolare alla torsione (kN/m)	26	13
legature di bordo (kN/m)	20	10
Resistenza a punzonamento (kN)	27	18

**2.8.4 Riempimento**

Il materiale lapideo da impiegarsi sarà di granulometria tale da non determinare la fuoriuscita degli elementi lapidei dalla maglia e da non ostacolare (per la presenza di elementi di dimensioni eccessive, superiori ai 2/3 dello spessore) un buon addensamento del materiale:

- gabbioni maglia 6x8: granulometria 70-200
- gabbioni maglia 8x10: granulometria 90-220
- materassi: granulometria 80-130

---

**CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE**

In casi speciali (gabbioni rinverditi) al materiale grossolano sarà associata una componente fine destinata ad intasare i vuoti degli elementi lapidei ed a consentire l'attecchimento delle essenze vegetali.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

I requisiti di resistenza all'usura saranno:

- categoria MDE10 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido grossolano (torrenti);
- categoria MDE20 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa costiera;
- categoria MDE30 UNI EN 13383-1: per l'impiego in opere di difesa idraulica in presenza di trasporto solido fine (fiumi) o in opere di sostegno.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FTA della UNI EN 13383-1.

### **2.8.5 Graffe metalliche**

Per le legature, in alternativa al filo si potrà ricorrere a graffatura pneumatica con graffe metalliche 45x24x3 mm, aventi resistenza a trazione non inferiore a 17000 MPa.

## **2.9 TUBAZIONI IDRAULICHE**

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo stradale è previsto impiego l'impiego di:

- tubi in PVC-U per fognature;
- tubi strutturati in PVC-U, PP e PE;
- tubi in cls non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

### **2.9.1 Tubi in PVC-U**

I tubi in PVC-U per fognature saranno conformi alla norma UNI EN 1401 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi, dei bicchieri, dei codoli;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta, resistenza a cicli termici);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

### **2.9.2 Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE**

I tubi strutturati in PVC-U, PP e PE saranno conformi alla norma UNI 10968 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- metodi di giunzione;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi;
- profili di parete;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta dei tubi e delle giunzioni, resistenza a cicli termici, trazione delle giunzioni);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

### **2.9.3 Tubi in calcestruzzo non armato e armato**

Sono adottabili tubi in calcestruzzo non armato e armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio.

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro. Il disegno del giunto,

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

## **2.10 POZZETTI IDRAULICI**

I pozzetti di previsto impiego per ispezione, incrocio e salto nei sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo stradale sono prefabbricati in c.a.v..

### **2.10.1 Pozzetti prefabbricati in c.a.v.**

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917.

Il calcestruzzo, realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati, avrà Rck non inferiore a 40 MPa.

Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1.

I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale). Essi dovranno inoltre tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'all. 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lett. B), D), E), della L. 10.5.1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

In caso di presenza di scale per l'accesso al fondo, i gradini saranno in tondino di acciaio rivestito in polipropilene antisdrucchiolo o verniciato antiruggine, opportunamente bloccati nella parete con malta espansiva.

## **2.11 DIFESE SPONDALI**

### **2.11.1 Elementi in conglomerato cementizio**

Gli elementi saranno prefabbricati con calcestruzzo Rck 25 MPa.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per le caratteristiche si rimanda all'art. 15 per quanto riguarda i calcestruzzi per opere idrauliche. Gli elementi saranno della forma e delle dimensioni previste in progetto, e presenteranno facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma.

Per la prefabbricazione, prima della cassetatura e del getto, si provvederà a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato, al fine di assicurare la regolarità della faccia a diretto contatto con il terreno.

Il calcestruzzo sarà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto.

Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione degli elementi.

Al fine di agevolare le operazioni di controllo da parte della Direzione Lavori, gli elementi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

### **2.11.2 Scogliera di pietrame**

Gli elementi lapidei dovranno essere privi di discontinuità significative quali fratture, venature, stiloliti, laminazioni, piani di foliazione, piani di sfaldabilità, cambiamenti di "facies" o altri difetti analoghi che potrebbero causare rottura durante il carico, lo scarico o la posa in opera. I requisiti granulometrici saranno conformi ai prospetti 4 e 5 della UNI EN 13383-1 (classi HMA1000-3000 e HMA3000-6000).

Per quanto riguarda la forma, il materiale dovrà rientrare nella categoria LTA della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza a rottura il materiale dovrà rientrare nella categoria CS80 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza all'usura il materiale dovrà rientrare nella categoria MDE10 della UNI EN 13383-1.

Per quanto riguarda la resistenza al gelo, il materiale dovrà soddisfare i requisiti della categoria FTA della UNI EN 13383-1.

## **2.12 CEMENTO**

Si farà esclusivamente uso dei leganti idraulici previsti dalla Legge 26-5-1965 n. 595 e norme armonizzate della serie EN 197. dotati di Attestato di Conformità CE.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La scelta dei tipi di cemento da utilizzare per i diversi tipi di calcestruzzo verrà effettuata in sede di progetto, tenendo presenti i requisiti di:

- compatibilità chimica con l'ambiente di esercizio previsto,
- calore di idratazione, per getti il cui spessore minimo sia maggiore di 50 cm.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art.1, lettera C della legge 26/5/1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Qualora opportuno potranno essere utilizzati cementi speciali, quali: cementi rispondenti alla UNI EN 197-1 e qualificati resistenti ai solfati (secondo UNI 9156), o resistenti al dilavamento (secondo UNI 9606), oppure a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH conformemente alla UNI EN 197-1

### **2.13 AGGREGATI PER C.A.**

Dovranno essere costituiti da elementi resistenti e poco porosi, non gelivi privi di quantità eccedenti i limiti ammessi di parti friabili, polverulente, scistose, piatte o allungate, conchiglie, cloruri, solfati solubili, argilla e sostanze organiche; non dovranno contenere i minerali pericolosi: pirite, marcasite, pirrotina, gesso e quantità nocive di materiali reattivi agli alcali. Per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN 932-3) presso un Laboratorio Ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati suddetti e di forme di silice reattiva verso gli alcali contenuti nel calcestruzzo (in particolare: opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo ad estinzione ondulata, selce, vetri vulcanici, ossidiane). Tale esame verrà ripetuto almeno una volta all'anno. Qualora si riscontri la presenza di forme di silice reattiva, il progettista dovrà valutare ed attuare il livello di prevenzione appropriato, in base alla classe di esposizione e alla categoria delle opere, con riferimento alla UNI 8981-2 (2007). Il progetto farà riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati, i quali riassunti nella tabella sottostante.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tabella 2 - Limiti di accettazione validi per aggregati destinati ai conglomerati cementizi secondo la norma UNI 8520

	Categoria			Metodo di prova UNI 8520
	A	B	C	
Caratteristica	Valori limite			
<b>Esame petrografico</b>	Assenza di gesso, anidride, silice amorfa.	Accettata silice amorfa solo come impurità.	--	Parte 4
	Miche e scisti xillini come minerali accessori: $\leq 1\%$	Miche e scisti xillini come minerali accessori: $\leq 2\%$		
<b>Analisi granulometrica</b>	Classi granulometriche separate	Classi granulometriche separate	Accettato un misto naturale o artificiale con variazione 20% max. su stacci da concordare.	Parte 5
	Per a.f.: $2,3 \leq MF \leq 3,1$	Per a.f.: $2 \leq MF \leq 3,3$		
	Per a.g.: almeno 2 classi granulometriche	Per a.g.: almeno 2 classi granulometriche		
<b>Contenuto di passante a 0,075 mm</b>	Per a.f., N: $\leq 3\%$	Per a.f., N: $\leq 5\%$	$\leq 5\%$ se N - $\leq 7\%$ se F	Parte 7
	Per a.f., F: $\leq 5\%$	Per a.f., F: $\leq 7\%$		
	Per a.g., N: $\square \leq 0,5\%$	Per a.g., N: $\leq 1\%$		
	Per a.g., F: $\leq 1\%$	Per a.g., F: $\leq 1,5\%$		
	Per a.f. + a.g., N: $\leq 3\%$	Per a.f. + a.g., N: $\leq 5\%$		
	Per a.f. + a.g., F: $\leq 5\%$	Per a.f. + a.g., F: $\leq 7\%$		
<b>Contenuto di grumi di argilla e particelle friabili</b>	Per a.f.: 2%	Per a.f.: $\leq 3\%$	$\leq 10\%$	Parte 8
	Per a.g.: assente	Per a.g.: $\leq 1\%$		
<b>Contenuto di particelle leggere e frustoli vegetali</b>	Per a.f.: $\leq 1\%$	Per a.f.: $\leq 2\%$	$\leq 5\%$	Parte 9
	Per a.g.: $\leq 0,5\%$	Per a.g.: $\leq 1\%$		
<b>Degradabilità agli attacchi di soluzioni solfatiche</b>	Perdita di massa dopo 5 cicli: $\leq 10\%$ ( $\leq 15\%$ se con soluzione di $MgSO_4$ )	Perdita di massa dopo 5 cicli: $\leq 12\%$ ( $\leq 18\%$ se con soluzione di $MgSO_4$ )	--	Parte 10
<b>Contenuto di solfati</b>	$SO_3 \leq 0,20\%$			Parte 11
<b>Contenuto di cloruri solubili</b>	Cl $\leq 0,05\%$	Cl $\leq 0,10\%$	--	Parte 12

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

<b>Massa volumica e assorbimento superficiale</b>	MV $\geq$ 2 400 kg/m <sup>3</sup> Ass. $\leq$ 5% per calcestruzzi impermeabili.	MV $\geq$ 2 200 kg/m <sup>3</sup> Ass. $\leq$ 10%	--	Parte 13 e 16
<b>Contenuto di sostanze organiche</b>	Per a.f.: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento.	Per a.f.: colore della soluzione almeno uguale allo standard di riferimento.	Colore della soluzione almeno uguale allo standard di riferimento.	Parte 14
<b>Equivalente in sabbia e valore di blu</b>	ES $\geq$ 80	70 $\leq$ ES $\leq$ 80	ES 70	Parte 15
	VB $\leq$ 0,6 cm <sup>3</sup> /g di fini.	VB $\leq$ 1,0 cm <sup>3</sup> /g di fini.		
<b>Resistenza a compressione</b>	R $\geq$ 100 N/mm <sup>2</sup>	R $\geq$ 80 N/mm <sup>2</sup>	--	Parte 17
<b>Coefficienti di forma e di appiattimento</b>	Cf $\geq$ 0,15 (Dmax = 32 mm)	--	--	Parte 18
	Cf $\geq$ 0,12 (Dmax = 64 mm)			
<b>Perdita di massa per urto e rotolamento</b>	LA $\leq$ 30%	LA $\leq$ 40%	--	Parte 19
<b>Resistenza ai cicli di gelo e disgelo</b>	D LA $\leq$ 4% dopo 20 cicli.	--	--	Parte 20
<b>Confronto in calcestruzzo con aggregati di caratteristiche note</b>	R $\geq$ 85% di quella della prova di riferimento.	R $\geq$ 70% di quella della prova di riferimento.	--	Parte 21
<b>Potenziale reattività in presenza di alcali</b>	Espansione dei prismi di malta			Parte 22
	$\leq$ 0,08% a 3 mesi			
	$\leq$ 0,10% a 6 mesi			

## 2.14 ACQUA DI IMPASTO

Provverrà da fonti ben definite che diano acqua di caratteristiche costanti. Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi:

- l'acqua potabile;
- acqua proveniente da depuratori delle acque di aggotamento di cantiere;
- l'acqua di riciclo degli impianti di betonaggio;

qualora rispondenti ai requisiti indicati nella UNI EN 1008. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta per ciascuna miscela qualificata in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto delle condizioni di umidità e dell'assorbimento negli aggregati.

## 2.15 ACCIAIO PER C.A.

E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili ad aderenza migliorata qualificati e controllati con le modalità previste dal D.M. in vigore (D.M. 16/01/96) e dalle norme UNI EN 10080:2005.

L'acciaio per c.a. laminato a caldo, denominato B450C, dovrà rispettare i requisiti minimi sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe C	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)		450	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$		$\geq 1.15$ $< 1.35$	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%)		$\geq 7.5$	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla massa nominale (%)	<u>Diametro nominale della barra (mm)</u>	$\pm 6.0$	5.0
	$\leq 8$ $> 8$	$\pm 4.5$	

L'acciaio per c.a. trafilato a freddo, denominato B450A, dovrà rispettare i requisiti sulle caratteristiche meccaniche previste nella tabella seguente:

		Classe A	Requisito o frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ o $f_{0.2k}$ (MPa)		450	5.0
Valore minimo di $k = (f_t/f_{yk})$ (*)		$> 1.05$	10.0
Deformazione caratteristica al carico massimo, $\epsilon_{uk}$ (%) (*)		$\geq 2.5$	10.0
Attitudine al piegamento		Prova di piegamento/raddrizzamento	
Tolleranza massima dalla	<u>Diametro nominale della barra (mm)</u>	$\pm 6.0$	5.0
		$\pm 4.5$	

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

massa nominale (%)	≤8		
	>8		

(\*) Per gli acciai trafilati a freddo, ove non siano rispettati i valori minimi previsti per gli acciai laminati a caldo, sarà applicato, nella valutazione del valore di progetto della tensione di snervamento per l'armatura, un coefficiente di modello  $Y_E=1.2$  oltre al coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_m$  del materiale.

## 2.16 RETI IN BARRE DI ACCIAIO ELETTRISALDATE

Le reti saranno realizzate con acciaio in barre ad aderenza migliorata saldabili del tipo previsto per c.a., di diametro compreso fra 5 e 16 mm in funzione della classe d'acciaio utilizzata, con distanza assiale non superiore a 330 mm.

I nodi (incroci) delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la UNI EN ISO 15630-2 e pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore.

La qualificazione e la marcatura del prodotto finito dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. in vigore (D.M. 09/01/96) e dalle norme armonizzate di riferimento (EN 10080).

## 2.17 ACCIAIO PER C.A.P.

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche garantite dal produttore non inferiori a quelle di seguito riportate ed in conformità al D.M. 14 gennaio 2008:

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura $f_{ptk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥1000	≥1570	≥1860	≥1820	≥1900
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua $f_{p(0.1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	—	≥1420	—	—	—
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	—	—	≥1670	≥1620	≥1700
Tensione caratteristica di snervamento $f_{pyk}$ (MPa)	≥800	—	—	—	—
Allungamento sotto carico massimo $A_{gt}$	≥3.5	≥3.5	≥3.5	≥3.5	≥3.5

## 2.18 ACCIAIO PER STRUTTURE METALLICHE

Si riepiloga lo schema sintetico di designazione:

- S                      simbolo S: acciaio per impiego strutturale;

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- 355 indicazione del carico unitario di snervamento minimo prescritto per spessori  $\leq 16$  mm, espresso in  $N/mm^2$ ;
- J0, J2, K2 designazione della qualità relativamente alla saldatura ed ai valori di resilienza prescritti;
- W indicazione di acciaio CORTEN;
- Gx, Gy stato di fornitura a discrezione del produttore;

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi della Direttiva 89/106/CEE, recepita dal DPR n. 246/93.

Sarà ammesso solo l'uso di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 secondo quanto previsto dalle norma EN 10025 (è ammesso l'uso di acciai CORTEN).

## 2.19 MISTO GRANULARE NON LEGATO PER FONDAZIONE

Il materiale in opera, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, risponderà alle caratteristiche seguenti:

- a) l'aggregato non deve avere dimensioni superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- b) granulometria compresa nel seguente fuso e avente andamento continuo ed uniforme praticamente concorde a quello delle curve limite:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante totale in peso %
setaccio 63	100
setaccio 40	75-100
setaccio 20	60-87
setaccio 8	35-67
setaccio 4	25-55
setaccio 2	15-40
setaccio 0.5	7-22
setaccio 0.063	2-10

- c) rapporto tra il passante al setaccio UNI EN 0.063 mm ed il passante al setaccio UNI EN 0,5 mm inferiore a 2/3.
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30% in peso (UNI EN 1097-2/1999).

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- e) equivalente in sabbia misurato sulla frazione passante al setaccio UNI EN 2 mm: compreso tra 25 e 65 (la prova va eseguita con dispositivo di scuotimento meccanico UNI EN 933-8/2000). Tale controllo deve anche essere eseguito sul materiale prelevato dopo costipamento. Il limite superiore dell'equivalente in sabbia "65" potrà essere modificato dalla Direzione Lavori in funzione delle provenienze e delle caratteristiche del materiale. Per tutti i materiali aventi equivalente in sabbia compreso tra 25 e 35 la Direzione Lavori richiederà in ogni caso (anche se la miscela contiene più del 60% in peso d'elementi frantumati) la verifica dell'indice di portanza C.B.R. di cui al successivo comma.
- f) Indice di portanza C.B.R. (UNI EN 13286-47/2006 -Miscele non legate o legate con leganti idraulici -Parte 47: Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR, dell'indice di portanza immediata e del rigonfiamento) dopo quattro giorni d'imbibizione in acqua, eseguito sul materiale passante al crivello UNI 25 mm, non minore di 50. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata per un intervallo di  $\pm 2\%$  rispetto all'umidità ottimale di costipamento. Se le miscele contengono oltre il 60% in peso d'elementi frantumati a spigoli vivi, l'accettazione avverrà sulla base delle sole caratteristiche indicate ai precedenti commi a, b, d, e, salvo nel caso citato al comma e).

## **CAPITOLO 3.:**

## **MOVIMENTI MATERIE**

### 3.1 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, gli oneri di carattere generale e i controlli da eseguire.

### 3.2 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

#### 3.2.1 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'Appaltatore dovrà attenersi a quanto segue:

- a) il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- b) tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito.
- c) Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., 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.

- d) 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 DL 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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

### 3.2.2 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.

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

a) Profilare le scarpate degli scavi con inclinazioni appropriate in relazione alla natura ed alle caratteristiche fisico-meccaniche del terreno, la cui stabilità dovrà essere accertata con apposite verifiche geotecniche a carico dell'Appaltatore.

Rifinire il fondo e le pareti dello scavo non provvisoriale secondo quote e pendenze di progetto.

Se il fondo degli scavi risultasse smosso, l'Appaltatore 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).

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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- b) 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'Appaltatore).
- c) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
- d) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancole, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, età), 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).
- e) 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.
- f) 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'Appaltatore di rimettere a nudo le parti occultate, senza che questa abbia diritto al riconoscimento di alcun maggior onere o compenso.
- g) Nel caso di impiego di esplosivi, saranno a carico dell'Appaltatore:
- Il rispetto delle Leggi e normative vigenti, la richiesta e l'ottenimento dei permessi delle competenti Autorità.
  - Polvere, micce, detonatori, tutto il materiale protettivo occorrente per il brillamento delle mine, compresa l'esecuzione di fori, fornelli, etc.
  - Mezzi, materiali e personale qualificato occorrente, per l'esecuzione dei lavori nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.
  - 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.
- h) 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



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dell'Appaltatore , e sotto il controllo della D.L..

I materiali ritenuti idonei dovranno essere trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, 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.

Sia i materiali idonei, ma in esubero, che quelli non idonei al reimpiego, dovranno essere caricati e trasportati nelle discariche predisposte o nei siti di deposito temporaneo, al fine di non creare interferenze alle fasi lavorative e di allontanamento degli inerti.

### **3.2.2.1 Scavi di sbancamento**

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

- apertura della sede stradale;
- apertura dei piazzali e delle opere accessorie;
- gradonature di ancoraggio dei rilevati su pendenze superiori al 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;

### **3.2.2.2 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, spinti alla necessaria profondità, fino al rinvenimento del terreno avente la capacità portante prevista in progetto.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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 saranno computati né il maggiore scavo di fondazione e di sbancamento eseguito di conseguenza né il conseguente maggior volume di riempimento..

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

Per gli scavi di fondazione si applicheranno le norme previste dal D.M. 11/3/1988 ( S.O. alla G.U. 1/6/1988n. 127; Circ. Serv. Tecnico Centrale LL. PP. del 24/09/1988 n° 30483) 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'Appaltatore dovrà provvedere di sua iniziativa ed a sua cura e spese, ad assicurare il naturale deflusso delle acque che si riscontrassero scorrenti sulla superficie del terreno , allo scopo di evitare che esse si versino negli scavi.

Provvedere, 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 fuggatori; analogamente l'Appaltatore dovrà adempiere agli obblighi previsti dalle leggi (Legge 10/5/1976 n. 319 e successivi aggiornamenti ed integrazioni, leggi regionali emanate in applicazione della citata legge) in ordine alla tutela delle acque dall'inquinamento,

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

all'espletamento delle pratiche per l'autorizzazione allo scarico nonché all'eventuale trattamento delle acque .

### **3.2.2.3 Scavi in alveo**

Per lo scavo in alveo si intende quello necessario alla formazione della linea di deflusso principale ed al modellamento dell'imbocco delle linee di captazione e deflusso principale.

Dato il contesto nel quale ci si trova ad operare si pone divieto di procedere alle operazioni di scavo manuale pertanto occorrerà utilizzare esclusivamente mezzi meccanici idonei alle lavorazioni in alveo.

Il materiale dello scavo dovrà essere depositato a lato del ramo in realizzazione evitando la formazione di cumuli di grandi dimensioni sistemandoli in modo da non creare instabilità alle pareti dello scavo.

Al fine di non modificare il corazzamento del fondo dell'alveo si dovrà provvedere a non asportare il materiale con granulometria elevata (indicativamente, con riferimento alla curva granulometrica del materiale presente in alveo, i diametri maggiori del d60).

### **3.2.3 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.

#### **3.2.3.1 Bonifica**

a) 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 (UNI 10006):

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- A<sub>1</sub> A<sub>3</sub> se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A<sub>3</sub>, deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- A<sub>1</sub> A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> 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 A<sub>2-4</sub> e A<sub>2-5</sub>, 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/mm<sup>2</sup>)

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

### 3.2.4 Rinterri

- a) Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- b) 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.

#### 3.2.4.1 Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1</sub> ed A<sub>3</sub> (UNI 10006), con spandimento a strati

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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 A<sub>3</sub> dovrà presentare un coeff. di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

### **3.2.5 Rilevati**

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

#### **3.2.5.1 Formazione del rilevato -Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali**

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 alla norma UNI 10006, di cui alla Tabella 3 sottostante.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tabella 3 - Limiti di accettazione validi per aggregati destinati ai conglomerati cementizi secondo la norma

Classificazione generale	Terre ghiaio - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 $\leq$ 35%						Terre limo - argillose Frazione passante allo staccio 0.075 UNI 2332 $>$ 35%					Torbe e terre organiche palustri	
Gruppo	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1-a	A 1-b		A 2-4	A 2-5	A 2-6	A 2-7				A 7-5	A 7-6	
Analisi granulometrica Frazione passante allo staccio 2 UNI 2332 % 0,4 UNI 2332 % 0,075 UNI 2332 %	$\leq 50$ $\leq 30$ $\leq 15$	- $\leq$ 50 $\leq$ 25	- $>$ 50 $\leq$ 10	- - $\leq$ 35	- - $\leq$ 35	- - $\leq$ 35	- - $\leq$ 35	- - - $>$ 35	- - - $>$ 35	- - - $>$ 35	- - - $>$ 35	- - - $>$ 35	
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332 Limite liquido Indice di plasticità	- $\leq 6$		- N.P.	$\leq 40$ $\leq 10$	$> 40$ $\leq 10$	$\leq 40$ $> 10$	$> 40$ $> 10$	$\leq 40$ $\leq 10$	$> 40$ $\leq 10$	$\leq 40$ $> 10$	$> 40$ 10 IP $\leq LL$ . 30	$> 40$ 10 IP $> LL$ . 30	
Indice di gruppo	0		0	0		$\leq 4$		$\leq 8$	$\leq 12$	$\leq 16$	$\leq 20$		
Tipi usuali dei materiali caratteristici costituenti il gruppo	Ghiaia o breccia, ghiaia o breccia sabbiosa, sabbia grossa, pomice, scorie vulcaniche,		Sabbia fina	Ghiaia e sabbia limosa o argillosa				Limi poco compressibili	Limi fortemente compressibili	Argille e poco compressibili	Argille fortemente compressibili mediamente plastiche	Argille fortemente compressibili fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

	pozzolane						he	he	
Qualità portanti quale terreno di sottofondo in assenza di gelo	Da eccellente a buono			Da mediocre a scadente				Da scartare come sottofondo	
Azione del gelo sulle qualità portanti del terreno di sottofondo	Nessuna e lieve		Media	Molto elevata	Media	Elevata	Media		
Ritiro o rigonfiamento	Nulla		Nulla o lieve	Lieve o medio	Elevato	Elevato	Molto elev.		
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa			Scarsa o nulla			
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabili a vista	Aspri al tatto. Incoerenti allo stato asciutto	La maggior parte dei granuli sono individuabili ad occhio nudo. Aspri al tatto. Una tenacità media o elevata allo stato asciutto indica la presenza di argilla.	Reagiscono alla prova di scuotimento*. Polverulenti o poco tenaci allo stato asciutto. Non facilmente modellabili allo stato umido.	Non reagiscono alla prova di scuotimento*. Tenaci allo stato asciutto. Facilmente modellabili in bastoncini sottili allo stato umido.			Fibrosi di color bruno o nero. Facilmente individuabili a vista.	
* Prova di cantiere che può servire a distinguere i limi dalle argille. Si esegue scuotendo nel palmo della mano un campione di terra bagnata e comprimendolo successivamente fra le dita. La terra reagisce alla prova se, dopo lo scuotimento, apparirà sulla superficie un velo lucido di acqua libera, che scomparirà comprimendo il campione fra le dita.									

### **3.2.5.2 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.

### **3.2.5.3 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>**

Dovranno essere impiegati materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub>, il materiale appartenente al gruppo A<sub>3</sub> dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D<sub>60</sub>/D<sub>10</sub>) maggiore o uguale a 7.

Per l'ultimo strato di 30 cm dovranno essere impiegati materiali appartenenti esclusivamente ai gruppi A<sub>1-a</sub> e A<sub>3</sub> (per le terre appartenenti al gruppo A<sub>3</sub> 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



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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/mm<sup>2</sup>) (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/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup> 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 2,50 m a quota idonea e comunque ad una distanza verticale dal ciglio del rilevato non superiore a 5,00 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'Appaltatore sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore in accordo con la D.L..

In ogni caso l'Appaltatore 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.

#### **3.2.5.4 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>**

Saranno impiegate terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>, 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il grado di costipamento e la umidità con cui costipare i rilevati formati con materiale dei gruppi in oggetto, dovranno essere preliminarmente determinati dall'Appaltatore 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.

**3.2.5.5 Impiego di terre appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub>**

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> 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.

**Generalità**

Fintanto che non siano state esaurite, per la formazione dei rilevati, tutte le disponibilità dei materiali idonei provenienti dagli scavi di sbancamento, di fondazione od in galleria, le eventuali cave di prestito che l'Appaltatore volesse aprire, ad esempio per economia dei trasporti, saranno a suo totale carico. L'Appaltatore non potrà quindi pretendere sovrapprezzi, né prezzi diversi da quelli stabiliti in elenco per la formazione dei rilevati con utilizzazione di materie provenienti dagli scavi di trincea, opere d'arte ed annessi stradali, qualora, pur essendoci disponibilità ed idoneità di queste materie scavate, essa ritenesse di sua convenienza, per evitare rimaneggiamenti o trasporti a suo carico, di ricorrere, in tutto o in parte, a cave di prestito.

Qualora una volta esauriti i materiali, provenienti dagli scavi, ritenuti idonei in base a quanto precedentemente riportato, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Appaltatore potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

È fatto obbligo all'Appaltatore di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali per la costruzione dei rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserva la facoltà di fare analizzare tali materiali presso altri Laboratori ufficiali, sempre a spese dell'Appaltatore.

Solo dopo che vi sia stato l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Appaltatore è autorizzato a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato.

L'accettazione della cava da parte della Direzione dei Lavori non esime l'Appaltatore dall'assoggettarsi, in ogni periodo di tempo, all'esame delle materie che dovranno corrispondere sempre a quelle di prescrizione e pertanto, ove la cava in seguito non si dimostrasse capace di produrre materiale idoneo per una determinata lavorazione, essa non potrà più essere coltivata.

Per quanto riguarda le cave di prestito, l'Appaltatore, dopo aver ottenuto la necessaria autorizzazione da parte degli enti preposti alla tutela del territorio, è tenuta 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 e danni alle proprietà circostanti e sistemando convenientemente le relative scarpate, in osservanza anche a quanto è prescritto dall'art 202 del T.U. delle leggi sanitarie 27 luglio 1934, n.1265 e delle successive modifiche; dal 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 e successive modifiche.

### **3.2.5.6 Rilevati rinforzati**

Dovranno essere impiegati esclusivamente materiali appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-6</sub>, A<sub>3</sub>; il materiale appartenente a quest'ultimo gruppo dovrà presentare un coefficiente di uniformità maggiore o uguale a 7, e comunque con pezzatura massima non superiore 71 mm.

Prevedendo 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;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- cloruri, minori di 100 mg/kg;
- pH compreso tra 5 e 10;
- resistività elettrica superiore a 1.000 ohm \* cm per opere all'asciutto, superiore a 3.000 ohm

\* 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 -0.15N/mm<sup>2</sup>.

### **3.2.5.7 Costruzione del rilevato**

#### **3.2.5.7.1 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/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup> 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/mm<sup>2</sup> 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

### **3.2.5.7.2 Strato di transizione (Rilevato-Terreno)**

Quando previsto in progetto, in relazione alle locali caratteristiche idrogeologiche, alla natura dei materiali costituenti il rilevato e 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".

### **3.2.5.7.3 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%.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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

### **3.2.5.7.4 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 sarà del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero, composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), e 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.

<b>Caratteristiche tecniche</b>	<b>POLIPROPILENE</b>
<i>Massa volumica (g/cm<sup>3</sup>)</i>	0,90
<i>Punto di rammollimento (K)</i>	413
<i>Punto di fusione (K)</i>	443 ÷ 448
<i>Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)</i>	0,04
<i>Resistenza a trazione (N/5 cm)</i>	1900

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. Inoltre sarà 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 saranno 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.

### **3.2.5.7.5 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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

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

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

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2-4</sub>, A<sub>2-5</sub>, A<sub>3</sub> o con rocce frantumate;
- 40 cm per rilevati in terra rinforzata;
- 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-6</sub>, A<sub>2-7</sub>.

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'Appaltatore ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, 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 .



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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/m<sup>3</sup> di materiale compattato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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  $2,00 \text{ m} \div 3/2 \text{ h}$  e l'altezza h coincidente con quella del rilevato.

Durante la costruzione dei rilevati si dovrà rimediare ad eventuali 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), 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'Appaltatore 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

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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<sub>6</sub> e A<sub>7</sub>, restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

### **3.2.5.7.6 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.

### **3.2.5.8 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.

Tali dreni, 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 DL. Le suddette variazioni dovranno comunque essere tali da garantire la medesima capacità e funzionalità.

#### **3.2.5.8.1 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 PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

### **3.2.5.8.2 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 prefabbricati.

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

### **3.2.5.8.3 Dreni verticali prefabbricati -modalità esecutive**

#### a) Caratteristiche dei nastri prefabbricati

Il nastro drenante prefabbricato dovrà avere caratteristiche rese note dalla certificazione ufficiale del Produttore, preventivamente trasmesse alla DL 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 m<sup>3</sup>/anno (con gradiente idraulico unitario e con l'applicazione all'involucro filtrante di una pressione normale totale pari a 300 KN/m<sup>2</sup>) ed un coefficiente di permeabilità trasversale dell'involucro filtrante di almeno 2 m/anno.

#### b) 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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

profondità prescritta dal Progetto nel contesto stratigrafico locale. Le caratteristiche delle attrezzature di infissione dovranno essere rese note alla DL.

Qualora motivato dalla necessità di superamento di strati o livelli di particolare resistenza si potrà ricorrere a prefiori eseguiti con sonda a rotazione o rotopercolazione.

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.

c) Lavori preparatori dell'infissione

Prima di procedere alla installazione dei dreni, l'Appaltatore provvedere 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.

d) 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.

#### **3.2.5.8.4 Dreni in sabbia -modalità esecutive –**

a) 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

b) Attrezzatura

Sarà cura dell'Appaltatore 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

c) Lavori preparatori

Prima di procedere alla perforazione dei dreni, l'Appaltatore provvedere 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.

d) Perforazione e riempimento dei fori

La conduzione della perforazione sarà eseguita con modalità preventivamente comunicate alla DL, 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 controspinta 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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

### **3.2.5.9 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 .

#### **3.2.5.9.1 Rilevati con materiali riciclati da:**

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

#### **Rifiuti speciali da demolizione edile**

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione UNI 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 integrazione.

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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Dovrà essere preventivamente fornita alla DL 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.

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

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

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 dei 15 .12.82.

Prove di prequalificazione del materiale:

- a) 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;
- c) verifica della sensibilità al gelo (CNR 80/1988 Fase. 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  $G \leq 30$ ;

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.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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/mm<sup>2</sup> sul piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 -0.15 N/mm<sup>2</sup>, sul piano di posa del rilevato posto a 1,00 m, al di sotto del piano di posa della fondazione della sovrastruttura stradale;
- 1 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 -0.15 N/mm<sup>2</sup> 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 UNI 10006 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali o 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 integrazione e quindi

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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 a) dovrà essere compresa tra 20 e 40 ; l'attività a risulta così definita:  
coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ), determinata con il permeabili metro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi  $< 80 \mu\text{m}$ , ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode opératoire LCPC: mesure du coefficient a d'activité du laitier granulaire de haut - Dunoid -Paris 1970).
- il contenuto naturale di acqua (umidità), deve essere  $< 15\%$  ;  
Il materiale verrà posto in opera mediante l'impiego di motolivellatrice (grader) in strati di spessore compreso tra i 15 e i 30 cm.  
Nell'eventualità di una parzializzazione del corpo del rilevato i materiali di contronucleo verranno posti in opera con strati aventi medesimo spessore di quelli realizzati con loppa.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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

### 3.3 SPECIFICA DI CONTROLLO

#### 3.3.1 Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di rilevato costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Appaltatore per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, terre, calci, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio Ufficiale e comunque secondo quanto prescritto dalla Circ. ANAS n°14/1979.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti, tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere infittita in ragione della discontinuità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

L'Appaltatore è obbligato comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 5, la frequenza delle prove di cantiere, sarà imposta dalle puntuali verifiche che il programma di impiego dei materiali, approvato preventivamente dalla D.L., vorrà accertare.

I materiali da impiegare a rilevato, sono caratterizzati e classificati secondo la Norma UNI 10006, e riportati nell'allegata Tabella 4.

La normativa di riferimento per esercitare i controlli conseguenti, sono indicati nel seguente prospetto:

Tabella 4 – Normativa per i materiali

CATEGORIE DI LAVORO E MATERIALI	CONTROLLI PREVISTI	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
MOVIMENTI DI TERRA		D.M. 11.03.1988 C.LL.PP. n..30483 del 24.09.1988
PIANI DI POSA DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI 10006 B.U.-C.N.R. n.69 B.U.-C.N.R. n.22 CNR-UNI 10009 B.U.-C.N.R. n.146 A.XXVI
PIANI DI POSA DELLE FONDAZIONI STRADALI IN TRINCEA	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito CBR Prova di carico su piastra	UNI 10006 B.U.-C.N.R. n.69 B.U.-C.N.R. n.22 CNR-UNI 10009 B.U.-C.N.R. n.146 A.XXVI

FORMAZIONE DEI RILEVATI	Classificazione delle terre Grado di costipamento Massa volumica in sito Prova di carico su piastra CBR Impiego della calce	UNI 10006 B.U.-C.N.R. n.69 B.U.-C.N.R. n.22 B.U.-C.N.R. n.146 A.XXVI CNR-UNI 10009 B.U.-C.N.R. n.36 A VII
-------------------------	--	--

### **3.3.1.1 Prove di laboratorio**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di costipamento con energia AASHO Modificata (CNR 69 -1978); la caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 5.

### **3.3.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, inviando i campioni a laboratori ufficiali autorizzati. I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione, previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 5.

### **3.3.1.3 Prove di controllo sul piano di posa**

Sul piano di posa del rilevato nonché nei tratti in trincea, si dovrà procedere, prima dell'accettazione, al controllo delle caratteristiche di deformabilità, mediante prova di carico su piastra (CNR 146-1992) e dello stato di addensamento (massa volumica in sito, CNR 22

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 5000 mq, e comunque almeno una per ogni corpo di rilevato o trincea.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

La Direzione Lavori potrà richiedere, in presenza di terreni "instabili", l'esecuzione di prove speciali (prove di carico previa saturazione, ecc.).

Il controllo della strato anticapillare sarà effettuato con le stesse frequenze per i singoli strati del rilevato, e dovrà soddisfare alle specifiche riportate al relativo paragrafo.

Tabella 5 - Frequenza delle prove

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	Corpo del rilevato		Ultimo strato di cm 30		primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>
	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>	primi 5000 m <sup>3</sup>	successivi m <sup>3</sup>		
Classificazione UNI 10006	2500	20000	2500	5000	2500	10000
Costipamento AASHO Mod. CNR	2500	20000	2500	5000	2500	10000
Massa volumica B.U. CNR n.22	1250	10000	1000	2000	1000	2000
Prova di carico su piastra	*		2500	5000	5000	10000
CNR 9-67						
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	2500	10000
PH	*	*	*	*	2500	10000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	10000
* Su prescrizione delle Direzione Lavori						
** Rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato						

### **3.3.1.4 Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

Il trattamento a calce e/o cemento richiede particolare cura nelle varie fasi della lavorazione. In caso contrario gli esiti positivi riscontrati in laboratorio, potrebbero essere decisamente compromessi.

#### **3.3.1.4.1 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica (una almeno ogni 2.000 m<sup>3</sup> di materiale);
- determinazione del contenuto naturale d'acqua (una ogni giorno);
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332 (una ogni giorno);

Sul materiale trattato, verranno effettuate le seguenti prove:

- Polverizzazione del materiale trattato (una ogni 2000 m<sup>2</sup>)
- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 2000 m<sup>2</sup>)

#### **3.3.1.4.2 Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno inoltre accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito (una ogni 2000 m<sup>3</sup>)
- Prova di carico con piastra circolare (una ogni 2000 m<sup>3</sup>);

#### **3.3.1.4.3 Prove di controllo sul piano di posa**

Le prove di controllo da eseguire sul piano di posa dei rilevati, sottoposto a stabilizzazione con calce e cemento, avranno la frequenza di una prova ogni 2000 m<sup>2</sup>.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa, in relazione alle caratteristiche dei terreni attraversati.

**3.3.1.5 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.

**3.3.1.5.1 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali da trattare saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n°69);
- determinazione della percentuale di rigonfiamento secondo le modalità previste per la prova CBR (CNR UNI 10009);
- verifica della sensibilità al gelo (CNR BU n° 80/8 0), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A);
- prova di abrasione Los Angeles sarà ritenuto idoneo il materiale che subisce perdite inferiori al 40 % in peso;

Sarà effettuata una prova ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale da porre in opera

**3.3.1.5.2 Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

Sarà effettuata una prova ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

**3.3.1.6 Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali Industriali -scorie**

La normativa di riferimento ed i controlli relativi a detti materiali sono fissati nelle specifiche già stabilite per i rilevati, ed alle quali si rimanda.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**3.3.1.6.1 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

- determinazione dell'umidità ottimale di costipamento mediante prova di costipamento con procedimento AASHO modificato (CNR BU n°69);
- determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità);
- analisi granulometrica;
- determinazione dell'attività;.

La determinazione del contenuto naturale di acqua (umidità) e del tenore di acqua, la granulometria e l'attività verranno determinate ogni 400 t di materiale.

**3.3.1.6.2 Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito;
- Prova di carico con piastra circolare;

Sarà effettuata una prova ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

**3.3.1.7 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 sarà del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero. Lo stesso sarà 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.

<b>Caratteristiche tecniche</b>	<b>POLIPROPILENE</b>
Massa volumica (g/cm <sup>3</sup> )	0,90
Punto di rammollimento (K)	413
Punto di fusione (K)	443 ÷ 448
Punto di umidità % (al 65% di umidità relativa)	0,04
Resistenza a trazione (N/5cm)	1900

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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; sarà inoltre fornito in opera in rotoli di larghezza la più ampia possibile in relazione al modo d'impiego.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8279/Parte 1, intendendosi per N l'unità elementare di un rotolo.

I prelievi dei campioni saranno eseguiti a cura dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori; le prove dovranno essere effettuate presso Laboratori qualificati, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori.

<b>Campionatura CARATTERISTICA</b>	<b>RIFERIMENTO</b>
(per N deve intendersi il rotolo o la pezza)	UNI 8279/1
Peso, in g/ m <sup>2</sup>	UNI 5114
Spessore, in mm	UNI 8279/2
Resistenza a trazione su striscia di cm 5, in N	UNI 8639
Allungamento, in %	UNI 8639
Lacerazione, in N	UNI 8279/9
Resistenza alla perforazione con il metodo della sfera, MPa	UNI 8279/11
Punzonamene, in N	UNI 8279/14
Permeabilità radiale all'acqua, in cm/s	UNI 8279/13
Comportamento nei confronti di batteri e funghi	UNI 8986
Creep nullo al 25% del carico di rottura ed un allungamento sotto carico di esercizio pari al 2%-9%	
Diametro di filtrazione, espresso in micron, corrispondente a quello del 95% in peso degli elementi di terreno che hanno attraversato il geotessile, determinato mediante filtrazione idrodinamica	

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

REQUISITO	VALORE DI RIFERIMENTO
Peso (UNI 5114)	$\geq 300 \text{ g/ m}^2$
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	$> 19 \text{ kN}$
allungamento (UNI 8639)	$> 60\%$
lacerazione (UNI 8279/9)	$> 0,5 \text{ kN/m}$
punzonamento (UNI 8279/14)	$> 3,1 \text{ kN}$
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	$> 0,8 \text{ cm/s}$
dimensione della granulometria passante per filtrazione idrodinamica, corrispondente a quella del 95% in peso degli elementi di terreno che attraversano il geotessile	$< 100 \text{ }\mu\text{m}$

La Direzione Lavori, potrà richiedere ulteriori prove preliminari o prelevare in corso d'opera campioni di materiali da sottoporre a prove presso Laboratori qualificati.

Il piano di stesa del geotessile sarà perfettamente regolare e dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 20 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.

### 3.3.1.8 **Controllo scavi**

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica-geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

#### a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

#### Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue:

- ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

b) Prove in sito

Terre:

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce:

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

**3.3.1.9 Controllo dreni prefabbricati**

1 - Controllo dei materiali

Il produttore alleggerà ad ogni lotto una certificazione del prodotto dove saranno riportate le caratteristiche del materiale conformi a quanto specificato dal presente capitolato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**2 - Attrezzature d'infissione**

L'Appaltatore dovrà presentare, prima dell'inizio dei lavori e per conoscenza, ali DL una relazione tecnica riguardante le metodologie scelte per la realizzazione dei dreni e le caratteristiche delle attrezzature.

Qualora si preveda di impiegare sonde a rotazione o a rotopercolazione, la DL dovrà approvare specificatamente l'impiego di tali attrezzature.

Durante la posa in opera dovrà essere redatta una apposita scheda sulla quale dovrà essere riportata la effettiva lunghezza installata per ciascun dreno.

Si dovrà riportare inoltre la posizione planimetrica rispetto agli elaborati di progetto, e che questa non si discosti più di 10 cm dalla suddetta posizione.

**3.3.1.10 Controllo dreni in sabbia****a) Qualifica dei materiali**

L'Appaltatore per ogni lotto fornito, e comunque ogni 100 m<sup>3</sup> di sabbia, dovrà effettuare prove granulometriche atte a verificare la conformità della partita alla granulometria specificata negli elaborati progettuali.

In assenza di tali specifiche, si adotterà il fuso riportato nel punto 2.7.8.4. del presente capitolato.

**b) Attrezzature d'impiego**

Qualora si preveda di impiegare fluidi di perforazione diversi da acqua o additivi di questa, si richiederà l'approvazione specifica della DL.

**c) Fase esecutiva**

In fase esecutiva per ogni dreno si dovrà compilare una scheda sulla quale verranno riportate:

- discordanza con la posizione di progetto, che comunque non dovrà essere superiore a 10 cm;
- profondità raggiunta dalla perforazione;
- quantitativo complessivo di sabbia immessa;
- caratteristiche della certificazione relativa al lotto di materiale granulare;

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- caratteristiche delle attrezzature di perforazione;
- fluido impiegato per la perforazione.

## **CAPITOLO 4.: DEMOLIZIONI**

---

#### 4.1 MURATURE E FABBRICATI

Le demolizioni di fabbricati e di murature di qualsiasi genere (armate e non, in precompresso) (ponti, viadotti ad arco e non, cavalcavia, scatolari ecc.), potranno essere integrali o in porzioni a sezione obbligata, eseguite in qualsiasi dimensione anche in breccia, entro e fuori terra, a qualsiasi altezza.

Nel caso di demolizioni a sezione obbligata, la Direzione Lavori potrà ordinare all'Appaltatore di eseguire il taglio delle superfici da demolire preventivo alla demolizione delle stesse.

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

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore o clipper;
- attrezzature di taglio ad utensili diamantati;
- agenti demolitori non esplosivi ad azione chimica con espansione lenta.

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.

L'Appaltatore 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. Inoltre lo stesso adotterà, a sua cura e spese, tutti gli accorgimenti tecnici per evitare danni ambientali ed in particolare la caduta di frammenti nei corsi d'acqua (o altre emergenze ambientali) ed il danneggiamento di questi con le strutture provvisorie ed i mezzi d'opera.

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

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



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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

## **4.2 IDRODEMOLIZIONI**

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

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

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

Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori; saranno 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.Lvo 81/08.) alle quali l'Appaltatore dovrà uniformarsi in sede operativa.

## **4.3 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 sarà effettuata con idonee attrezzature munite di frese a tamburo funzionanti a freddo, con nastro caricatore per il carico del materiale di risulta.

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.

La demolizione dovrà rispettare rigorosamente gli spessori previsti in progetto e non saranno riconosciuti maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti, salvo se ordinato dalla Direzione Lavori.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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 dispositivi aspiranti in grado di dare il piano depolverizzato.

Nel caso di pavimentazione su impalcati di opere d'arte, la demolizione dovrà eseguirsi con tutte le precauzioni necessarie a garantire la perfetta integrità della sottostante soletta.

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.

#### **4.4 DEMOLIZIONI IN SOTTERRANEO**

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 salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispettivi prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, l'impiego dei suddetti materiali per la esecuzione dei lavori appaltati.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco. Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso di mine, nel rispetto delle norme vigenti.

## **CAPITOLO 5.: MURATURE**

---

## 5.1 MURATURE

Con tale denominazione si indicheranno le seguenti possibili tipologie:

- murature di mattoni;
- murature di pietrame a secco;
- murature di pietrame e malta;
- murature di calcestruzzo con pietrame annegato;
- murature in pietra da taglio;

## 5.2 MURATURE DI MATTONI

I materiali, all'atto dell'impiego, dovranno essere abbondantemente bagnati per immersione sino a sufficiente saturazione.

Essi dovranno essere messi in opera a regola d'arte, con le connessure alternate in corsi ben regolari, saranno posti sopra uno strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta rimonti all'ingiro e riempi tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 1 cm, né minore di 1/2 cm.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto si dovrà aver cura di scegliere, per le facce esterne, i mattoni di migliore cottura a spigolo vivo, meglio formati e di colore uniforme, disponibili con perfetta regolarità di piani a ricorrere ed alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di mm 5 e, previa la loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

## 5.3 MURATURE DI PIETRAMA A SECCO

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a cm 20 di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento.

Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie, soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso. Inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura.

A richiesta della Direzione dei Lavori l'Appaltatore dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque.

La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

#### **5.4 MURATURE DI PIETRAMI E MALTA**

La muratura di pietrame con malta cementizia dovrà essere eseguita con elementi di pietrame delle maggiori dimensioni possibili e, ad ogni modo, non inferiore a cm 25 in senso orizzontale, cm 20 in senso verticale e cm 30 di profondità.

Per i muri di spessore di cm 40 si potranno avere alternanze di pietre minori.

Le pietre, prima del collocamento in opera, dovranno essere diligentemente pulite e, ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, lavate.

Nella costruzione della muratura, le pietre dovranno essere battute col martello e rinzepate diligentemente con scaglie e con abbondante malta, così che ogni pietra resti avvolta dalla malta stessa e non rimanga alcun vano od interstizio. In assenza di specifiche indicazioni progettuali la malta verrà dosata con Kg 350 di cemento per ogni m<sup>3</sup> di sabbia.

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

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta), il pietrame sarà scelto diligentemente e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

essere spianate e adattate col martello, in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 10.

Nel paramento a mosaico grezzo, le facce viste dei singoli pezzi saranno ridotte, col martello a punta grossa, a superfici piane poligonali; i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari, i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorata a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra due corsi successivi non maggiori di cm 5.

La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari del paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di cm 15 nei giunti verticali.

La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a cm 30; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di cm 20.

In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualche altra materia estranea, lavandole con acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni.

Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni su indicate, viene stabilito che l'Appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'Appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

### **5.5 MURATURE DI CALCESTRUZZO CON PIETRAMI ANNEGATO (CALCESTRUZZO CICLOPICO)**

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

### **5.6 MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO**

La pietra da taglio nelle costruzioni delle diverse opere dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata a norma delle prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezzo fina;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza far uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio a grana mezzo fina e a grana fina, sarà infine, la pietra le cui facce saranno lavorate rispettivamente con la martellina a denti mezzani o a denti finissimi.

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati, in modo che le connessioni fra concio e concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Prima di cominciare i lavori, qualora l'amministrazione non abbia già provveduto in proposito ed in precedenza dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari generi di lavorazione della pietra da taglio e sottoporli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, alla quale esclusivamente spetterà giudicare se essi corrispondano alle prescrizioni.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né masticature o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse difetti verrà rifiutata, e l'Appaltatore sarà in obbligo di farne l'immediata surrogazione, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero, sia al momento della posa in opera, sia dopo e sino al collaudo.

Le forme e dimensioni di ciascun concio in pietra da taglio dovranno essere perfettamente conformi ai disegni dei particolari consegnati all'Appaltatore, od alle Istruzioni che all'atto dell'esecuzione fossero eventualmente date dalla Direzione dei Lavori. Inoltre, ogni concio dovrà essere sempre lavorato in modo da potersi collocare in opera secondo gli originali letti di cava.

Per la posa in opera si potrà fare uso di zeppe volanti, da togliere però immediatamente quando la malta rifluisce nel contorno della pietra battuta a muzzuolo sino a prendere la posizione voluta.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La pietra da taglio dovrà essere messa in opera con malta dosata a Kg. 400 di cemento normale per metro cubo di sabbia e, ove occorra, i diversi conci dovranno essere collegati con grappe ed arpioni di rame, saldamente suggellati entro apposite incassature praticate nei conci medesimi.

Le connessioni delle facce viste dovranno essere profilate con cemento a lenta presa, diligentemente compresso e liscio mediante apposito ferro.

## 5.7 MALTE

Le caratteristiche dei materiali da impiegare per la confezione delle malte ed i rapporti di miscela, corrisponderanno alle prescrizioni delle voci dell'Elenco Prezzi per i vari tipi di impasto ed a quanto verrà, di volta in volta, ordinato dalla Direzione dei Lavori. La resistenza alla penetrazione delle malte deve soddisfare alle Norme UNI 7927-78.

Di norma, le malte per muratura di mattoni saranno dosate con Kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e passate al setaccio ad evitare che i giunti tra mattoni siano troppo ampi; le malte per muratura di pietrame saranno dosate con Kg 350 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia; quelle per intonaci con Kg 400 di cemento per m<sup>3</sup> di sabbia e così pure quelle per la stuccatura dei paramenti delle murature.

Il dosaggio dei materiali e dei leganti verrà effettuato con mezzi meccanici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Appaltatore dovrà fornire e mantenere efficienti a sua cura e spese.

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

## 5.8 INTONACI E APPLICAZIONI PROTETTIVE DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista.

Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici.

A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Sarà cura dell'Appaltatore mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

**5.8.1 Intonaci eseguiti a mano**

Nelle esecuzioni di questo lavoro verrà applicato un primo strato di circa 12 mm di malta (rinzafo), gettato con forza in modo da aderire perfettamente alla muratura. Quando questo primo strato sarà alquanto consolidato, si applicherà il secondo strato che verrà steso con la cazzuola e regolarizzato con il fra tazze

Lo spessore finito dovrà essere di mm 20; qualora però, a giudizio della Direzione dei Lavori, la finitura dei getti e delle murature lo consenta, potrà essere limitato a mm 10 e in tal caso applicato in una volta sola

**5.8.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunita)**

Prima di applicare l'intonaco l'Appaltatore avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa.

Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

La malta sarà di norma composta di Kg.500 di cemento normale per di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori.

L'intonaco potrà avere lo spessore di mm 20 o 30 e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di mm 12 o 18 circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80-^90 cm dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere.

Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori.

In quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di mm 30÷40.

---

**CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE**

Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1 pollice.

Questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

## **CAPITOLO 6.: ACCIAIO DI ARMATURA PER C.A. E C.A.P.**

## **6.1 GENERALITÀ**

Gli acciai per armature di c.a. e c.a.p. debbono corrispondere ai tipi ed alle caratteristiche stabilite dalle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni DM 14 gennaio 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008.

Per gli opportuni controlli da parte della D.L., l'Appaltatore dovrà documentare di ogni partita di acciaio che entra in cantiere la provenienza, la qualità e il peso complessivo di tondini di uno stesso diametro.

Saranno ammessi solamente acciai controllati in stabilimento, per i quali l'Appaltatore dovrà produrre la documentazione prescritta dalle Norme in vigore, che certifichi gli avvenuti controlli e consentire alla D.L. di accertare la presenza dei contrassegni di riconoscimento.

Per le caratteristiche meccaniche delle piastre di ancoraggio e per i manicotti di giunzione delle armature per c.a.p., se di serie si farà riferimento alle indicazioni del produttore per quel tipo di armatura adottata (barra -trefolo); diversamente ci si atterrà alle indicazioni di progetto.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale, riferito al tipo di armatura di cui trattasi, e marchiate secondo quanto previsto all'art. 59 del DPR n. 380/2001. È fatto divieto impiegare acciai non qualificati all'origine. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova sono quelle previste dal citato DPR n. 380/2001.

Rimane comunque salva la facoltà del D.L. di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

## **6.2 ACCIAIO PER C.A.**

Gli acciai da c.a. saranno tutti di qualità saldabile qualificati e controllati secondo quanto previsto nel paragrafo precedente.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**Acciaio per cemento armato B450C**

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

$f_{y \text{ nom}}$	450 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t \text{ nom}}$	540 N/mm <sup>2</sup>

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$< 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\leq 1,25$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:	$\geq 7,5 \%$	10.0
$\Phi < 12 \text{ mm}$	4 $\Phi$	
$12 \leq \Phi \leq 16 \text{ mm}$	5 $\Phi$	
per $16 < \Phi \leq 25 \text{ mm}$	8 $\Phi$	
per $25 < \Phi \leq 40 \text{ mm}$	10 $\Phi$	

**Acciaio per cemento armato B450A**

L'acciaio per cemento armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$	$\geq f_{y \text{ nom}}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$	$\geq f_{t \text{ nom}}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$ :	$\geq 2,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\Phi \leq 10 \text{ mm}$	4 $\Phi$	

### **Accertamento delle proprietà meccaniche**

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004. Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente. In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce  $f_y$  con  $f_{(0,2)}$ . La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di  $20 \pm 5$  °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a  $100 \pm 10$  °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

### **Caratteristiche dimensionali e di impiego**

L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione.

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

Le barre sono caratterizzate dal diametro  $\varnothing$  della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Gli acciai B450C, possono essere impiegati in barre di diametro  $\varnothing$  compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A, il diametro  $\varnothing$  delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\varnothing \leq 16$  mm per B450C e fino a  $\varnothing \leq 10$  mm per B450A.

Durante i lavori per ogni lotto di fornitura dovranno essere prelevati non meno di 3 campioni di 100cm di lunghezza cadauno, per ciascun diametro utilizzato, ed inviati a Laboratori Ufficiali.

In caso di risultati sfavorevoli di dette prove, il complesso di barre, al quale si riferisce il campione sarà rifiutato e dovrà essere allontanato dal cantiere.

Per il controllo del peso effettivo da ogni unità di collaudo, dovranno essere prelevate delle barre campione.

Qualora risultassero sezioni effettive inferiori a quelle ammesse dalle tolleranze previste dalle norme in vigore, il materiale verrà rifiutato e subito allontanato dal cantiere.

Qualora il peso effettivo risultasse inferiore al 98% di quello teorico e fosse accettabile in base alle tolleranze ed alle normative in vigore, dovranno essere aggiunte, modificando i disegni di progetto e dandone comunicazione alla D.L., barre in quantità sufficiente a realizzare una sezione di acciaio non inferiore a quella prevista dal progetto esecutivo originariamente approvato. I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura l'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera delle partite sottoposte all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

### **6.2.1 Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata**

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

Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL PP attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina.

Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate al precedente punto della presente Sezione.

L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

### 6.2.2 Reti in barre di acciaio elettrosaldate

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

L'interasse delle barre non deve superare 330 mm.

I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro  $\varnothing$  che rispetta la limitazione:  $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ .

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

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

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

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

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.

Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore; in questo caso il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

### **6.2.3 Zincatura a caldo degli acciai**

Quando previsto in progetto gli acciai in barre e le reti in barre di acciaio elettrosaldate dovranno essere zincate a caldo.

#### **6.2.3.1 *Qualità degli acciai da zincare a caldo***

Gli acciai da sottoporre al trattamento di zincatura a caldo dovranno essere caratterizzati da un tenore di silicio inferiore allo 0,03 -0,04% oppure compreso nell'intervallo 0,15-0,25%.

Inoltre gli acciai ad aderenza migliorata dovranno avere garanzia di sanabilità e composizione chimica conforme ai valori di cui al Prospetto I della Norma UNI 6407/88 per gli acciai di qualità Fe B 400 S e Fe B 500 S.

#### **6.2.3.2 *Zincatura a caldo per immersione***

Il trattamento di zincatura a caldo potrà essere effettuato prima o dopo la lavorazione e piegatura delle barre, salvo diversa prescrizione che la Direzione Lavori si riserva d'impartire in corso d'opera.

Quando la zincatura viene effettuata prima della piegatura, eventuali scagliature del rivestimento di zinco nella zona di piegatura ed i tagli dovranno essere trattati con ritocchi di primer zincante organico bicomponente dello spessore di 80-100 micron.

### **Trattamento preliminare**

Comprende operazioni di sgrassaggio, decapaggio, risciacquo, flussaggio, essiccamento e preriscaldamento a 400-430 K.

### **Immersione In bagno di zinco**

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI 2013/74, avente contenuto minimo di zinco del 99,99%.

Il bagno di zinco fuso dovrà avere temperatura compresa tra 710-723 K; in nessun caso dovrà essere superata la temperatura massima di 730 K.

Il tempo di immersione delle barre nel bagno di zinco sarà variabile in funzione del loro diametro e del peso del rivestimento in zinco, che non dovrà mai discostarsi di +10% dalla quantità di 610 g/m<sup>2</sup>, corrispondente ad uno spessore di 85 micron ± 10%.

Seguirà il trattamento di cromatazione, se previsto in progetto, per impedire eventuali reazioni tra le barre e il calcestruzzo fresco.

**Finitura ed aderenza del rivestimento**

Il rivestimento di zinco dovrà presentarsi regolare, uniformemente distribuito, privo di zone scoperte, di bolle, di macchie di flusso, di inclusioni, di scorie, di macchie acide o nere.

Dovrà essere aderente alla barra in modo da non poter venire rimosso da ogni usuale processo di movimentazione, lavorazione e posa in opera.

Barre eventualmente incollate assieme dopo la zincatura e barre che presentano gocce e/o punte aguzze saranno rifiutate.

**Verifiche della zincatura**

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max. di 125.

Oltre alle prove previste ai precedenti punti, dirette a verificare la resistenza dei materiali, dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni delle presenti Norme Tecniche.

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Appaltatore ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura.

In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le partite saranno rifiutate, l'Appaltatore dovrà allontanarle dal cantiere a sua cura e spese. Dovrà essere verificato il peso dello strato di zincatura mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura (metodo secondo Aupperle) secondo la Norma UNI 5741/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: sarà determinato il peso medio del rivestimento di zinco su tre dei campioni prelevati; se risulterà uguale o superiore a  $610 \text{ g/m}^2 + 10\%$  la partita sarà accettata.

In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni: se anche per questi ultimi il peso medio del rivestimento risulterà inferiore a  $610 \text{ g/m}^2 - 10\%$  la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

La verifica della uniformità dello strato di zincatura sarà effettuata mediante un minimo di 5 immersioni, ciascuna della durata di un minuto, dei campioni in una soluzione di solfato di rame e acqua distillata (metodo secondo Preece) secondo la Norma UNI 5743/66.

Da ciascuna partita saranno prelevati 9 campioni casuali: saranno sottoposti a prova 3 campioni.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Se dopo 5 immersioni ed il successivo lavaggio non si avrà nell'acciaio alcun deposito di rame aderente metallico e brillante, la partita sarà accettata. In caso contrario la prova sarà estesa agli altri 6 campioni:

- se presenterà depositi di rame uno solo dei campioni prelevati la partita sarà accettata;
- se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà più di 1, ma comunque non superiore a 3 dei 9 prelevati, la partita sarà accettata ma verrà applicata una penale al lotto che non possieda i requisiti richiesti; se il numero dei campioni che presentano depositi di rame sarà superiore a 3, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

Tutte le prove e le verifiche dovranno essere effettuate a cura dell'Appaltatore sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla medesima.

### **Certificazioni**

Il produttore, oltre ai controlli sistematici, con prove di qualificazione e di verifica della qualità, previste dalle Norme di cui al DM 09/1/96 dovrà presentare per ogni partita la certificazione attestante che la zincatura è stata realizzata secondo le specifiche che precedono.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare controlli presso lo stabilimento dove viene effettuato il trattamento di zincatura.

#### **6.2.4 Posa in opera delle armature per c.a**

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.

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera; in ogni caso in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm, in modo da garantire la invariabilità della geometria della gabbia durante il getto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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, laddove previsti in progetto.

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

### **6.2.5 Giunzioni di barre da c.a.**

Eventuali giunzioni, quando non siano evitabili, dovranno essere realizzate con sovrapposizioni, mediante saldatura o mediante manicotti filettati e comunque nel rispetto della normativa vigente.

Le giunzioni delle reti elettrosaldate saranno realizzate sempre per sovrapposizione.

L'impiego di saldature in alternativa alle giunzioni per sovrapposizioni sarà consentito, risultando le barre di acciaio di qualità saldabile. Le modalità di saldatura dovranno essere comunicate tempestivamente dall'Appaltatore, e dovranno essere supportate con l'esito di alcune prove sperimentali.

Nel corso dei lavori, comunque, la Direzione Lavori avrà la facoltà di richiedere l'esecuzione di ulteriori prove di controllo sulle saldature eseguite.

#### **6.2.5.1 Manicotti filettati per armature ordinarie**

Ove previsto, la esecuzione di giunzioni sarà effettuata mediante uso di speciali giunti meccanici prodotti espressamente per barre d'armatura.

Le giunzioni saranno realizzate per mezzo di manicotti a filettatura troncoconica, costituiti da acciaio ad alta resistenza. La voce di elenco prezzi delle armature per c.a. compensa, oltre agli oneri di fornitura e di installazione dei manicotti, gli oneri di esecuzione delle filettature troncoconiche alle estremità delle barre da collegare, la fornitura del tappo di protezione in materiale plastico della parte di manicotto non occupato dalla barra di prima fase durante il getto del calcestruzzo, la eventuale piastrina di fissaggio del manicotto alla cassaforma, l'impiego di eventuali dime per il corretto posizionamento degli stessi, l'avvitamento delle barre filettate ai manicotti per mezzo di chiave dinamometrica certificata ed ogni altro eventuale onere per la dare il lavoro finito a regola d'arte.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il manicotto dovrà essere fornito da Ditta con sistema di qualità certificato in grado di accompagnare ogni fornitura con test di trazione eseguiti in fase produttiva da un proprio laboratorio interno e dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- tensione di snervamento  $> 550\text{N/mm}^2$
- tensione di rottura  $> 750\text{N/mm}^2$

Le filettature troncoconiche delle barre e quelle del manicotto dovranno essere realizzate in modo che la giunzione in opera garantisca un perfetto accoppiamento che non renderà necessario l'uso di controdati.

Giunzioni meccaniche alternative potranno essere utilizzate previa approvazione da parte della D.L. e dietro presentazione della scheda tecnica che ne comprovi la equivalenza in termini di resistenza della giunzione.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

### 6.2.6 Controlli di accettazione in cantiere.

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori, devono essere effettuati entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale e devono essere campionati, nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in ragione di 3 spezzoni, marchiati, di uno stesso diametro, scelti entro ciascun lotto, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nella tabella seguente:

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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire tra diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso di campionamento e prova in cantiere, che deve essere effettuata entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere, qualora la determinazione del valore di una quantità fissata non sia conforme al valore di accettazione, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore di accettazione, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto e il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura, di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al



---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### 6.3 ACCIAIO PER C.A.P.

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati e controllati con le modalità riportate nei precedenti paragrafi.

#### 6.3.1 Fili, barre, trefoli

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

- *Filo*: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- *Barra*: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
- *Treccia*: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono eguali per tutti i fili della treccia;
- *Trefolo*: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali.

Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante.

Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pre-tese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

L'acciaio per c.a.p. deve essere controllato in stabilimento per lotti di fabbricazione e tutte le forniture dovranno essere accompagnate da certificati di laboratori ufficiali e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; non sono ammesse saldature durante l'operazione di cordatura.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nella successiva Tabella:

Tipo di acciaio	Barre	Fili	Trefoli	Trefoli a fili sagomati	Trecce
Tensione caratteristica di rottura $f_{ptk}$ N/mm <sup>2</sup>	≥1000	≥1570	≥1860	≥1820	≥1900
Tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione residua $f_{p(0.1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	—	≥1420	—	—	—
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale $f_{p(1)k}$ N/mm <sup>2</sup>	—	—	≥1670	≥1620	≥1700
Tensione caratteristica di snervamento $f_{pyk}$ (MPa)	≥800	—	—	—	—
Allungamento sotto carico massimo $A_{gt}$	≥3.5	≥3.5	≥3.5	≥3.5	≥3.5

Rotoli e bobine di fili, trecce e trefoli provenienti da diversi stabilimenti di produzione devono essere tenuti distinti: un cavo non dovrà mai essere formato da fili, trecce o trefoli provenienti da stabilimenti diversi.

L'unità di collaudo per acciai per c.a.p. è costituita dal lotto di spedizione del peso max di 30 t spedito in un'unica volta e composta da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

Rimane comunque salva la facoltà della D.L. di disporre di eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico dell'Appaltatore.

Allo scopo di assicurare la centratura dei cavi nelle guaine si prescrive l'impiego di una spirale costituita da una treccia di acciaio armonico del diametro di 6 mm, avvolta intorno ad ogni cavo con passo di 80-100 cm.

I filetti delle barre e dei manicotti di giunzione dovranno essere protetti fino alla posa in opera con prodotto antiruggine privo di acidi.

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione e difetti superficiali visibili.

E' facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo in cantiere gli acciai controllati in stabilimento.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio ed inviati a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, ad un Laboratorio Ufficiale.

Di tale operazione dovrà essere redatto apposito verbale controfirmato dalle parti.

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera dei lotti di spedizione sottoposti all'ulteriore controllo in cantiere soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e ne avrà constatato l'esito positivo.

Se anche dalla ripetizione delle prove risulteranno non rispettati i limiti richiesti, la Direzione Lavori dichiarerà la partita non idonea e l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese ad allontanarla dal cantiere.

### **6.3.2 Cavo inguainato monotrefolo**

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, controllati in stabilimento, rivestito con guaina tubolare in polietilene ad alta densità, intasata internamente con grasso anticorrosivo ad alta viscosità, stabile ed idoneo all'uso specifico.

Le caratteristiche dell'acciaio, i controlli, lo spessore della guaina dovranno essere conformi a quanto previsto al precedente punto e a quanto riportato negli elaborati di progetto.

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori il sistema proposto per l'ingrassaggio, l'infilaggio e l'eventuale sostituzione dei trefoli.

### **6.3.3 Posa in opera della armatura di precompressione**

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, l'Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti fissati in punti ad interasse non superiore a 60cm.

L'Appaltatore non potrà procedere al getto delle strutture armate prima che esse siano state ispezionate ed approvate dalla Direzione Lavori, salvo diverse disposizioni.

## 6.4 COPRIFERRI

Copriferro ed interferro dovranno essere dimensionati nel rispetto del disposto di cui alle Norme di esecuzione per c.a. e c.a.p. contenute nelle "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche "(D.M. 09/01/96 e successivi aggiornamenti) emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086.

Lo spessore del copriferro, in particolare, dovrà essere correlato allo stato limite di fessurazione del conglomerato, in funzione delle condizioni ambientali in cui verrà a trovarsi la struttura e comunque non dovrà essere inferiore a 3.00 cm e comunque come indicato dal progettista. Per strutture ubicate in prossimità di litorali marini o in presenza di acque con componenti di natura aggressiva (acque selenitose, solforose, carboniche, ecc.), la distanza minima delle superfici metalliche delle armature dalle facce esterne del conglomerato dovrà essere conforme al punto 4.1.3.3 del citato DM 9/gennaio/1996 e successivi aggiornamenti.

In corrispondenza di angoli o punti dove la piegatura delle barre da c.a. (effettuata secondo i raggi di curvatura previsti nel DM 9/gennaio/1996 e successivi aggiornamenti) rende il copriferro localmente superiore a 5.00 cm, si dovrà prevedere la presenza di armatura secondaria di piccolo diametro sagomata in maniera tale da mantenere il copriferro non superiore, in alcun punto, a 5.00 cm. In alternativa alle reti elettrosaldate si potrà far ricorso a barre di diametro non superiore a 8.00 mm posizionate ad interasse non superiore ai 25.00 cm e collegate da barre ortogonali di eguale diametro, di cui almeno una sullo spigolo, e distanziate non oltre 25.00 cm. La sovrapposizione tra l'armatura secondaria di frettaggio e le barre previste sui disegni di progetto sarà non minore di 20 volte il diametro della barra di frettaggio.

## 6.5 TOLLERANZE

Tutte le armature presenti nel conglomerato cementizio, normale e precompresso, dovranno essere conformi a quanto previsto negli elaborati progettuali. In particolare, le tolleranze ammesse sul peso e sul diametro nominale delle barre saranno conformi a quelle prescritte dalla Normativa vigente, mentre quella sulla posa in opera non dovrà essere superiore a  $\pm 2$  cm. Per quanto attiene il profilo di sagomatura, la tolleranza non dovrà essere superiore a  $\pm 5$  cm sulla lunghezza dei ferri longitudinali. La tolleranza ammessa sul copriferro non potrà eccedere i 0,5 cm.

## **CAPITOLO 7.: VERNICIATURE**

---

## 7.1 GENERALITÀ

Le eventuali strutture in acciaio da proteggere contro la corrosione saranno verniciate mediante l'applicazione di uno dei cicli di pitturazione definiti nel presente articolo.

I cicli di verniciatura saranno preceduti da spazzolature meccaniche o sabbiature secondo le disposizioni impartite di volta in volta dalla Direzione dei Lavori.

I cicli di verniciatura saranno formati da un minimo di tre mani di prodotti verniciati mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica o filmazione fisica.

Le caratteristiche di composizione dei cicli da applicare sono di seguito indicate.

## 7.2 CICLO «A»

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

### 1°strato

Mano di fondo al clorocaucciù pigmentata con minio e fosfati di zinco (Zn P O4), avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- |                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| – tipo di legante               | clorocaucciù |
| – PVC % <sup>(1)</sup>          | ≥36%         |
| – % pigmenti sul totale polveri | ≥82%         |
| – tipi di pigmento              | Minio-ZnPO4  |
| – legante secco %               | 25%          |
| – spessore del film             | 80÷100 μ     |
| – metodo di applicazione        | pennello     |

<sup>(1)</sup> Concentrazione volumetrica del pigmento.

### 2°strato

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- tipo di legante                                clorocaucciù
- PVC %    ≥41 %
- % pigmento sul prodotto finito        ≥14 %
- tipi di pigmento                             rosso ossido, ferro micaceo, alluminio
- legante secco %                             28%
- spessore del film                            80÷100 µ
- metodo di applicazione                  pennello

3°strato

Mano di finitura al clorocaucciù acrilica pigmentata con biossido di titanio, avente una ottima resistenza agli agenti atmosferici e chimici.

Caratteristiche formulative della mano di finitura:

- tipo di legante                                Clorocaucciù acrilica
- PVC %    ≥26 %
- % pigmento sul prodotto finito        ≥26 %
- tipi di pigmento                             Biossido di titanio (TiO2)
- legante secco %                             33%
- spessore del film                            40 µ
- metodo di applicazione                  Pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue:

**Ciclo di verniciatura «A»**

Tipo di legante	Clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù acrilica
PVC..%	≥36%	≥41%	≥26%
% Pigmenti sul totale polveri	≥82%	-	-
% pigmenti sul prodotto finito	-	≥14%	≥26%
Tipi di pigmento	minio, fosfato di zinco (ZnPC-4)	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido titanio (Ti O2)



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Legante secco %	25%	28%	33%
Spessore del film	80÷100 µ	80÷100 µ	40 µ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello -rullo

**7.3 CICLO «B»**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da tre mani di prodotti vernicianti. Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

1°strato

Mano di fondo epossidica pigmentata con ZnPO<sub>4</sub> (fosfato di zinco) avente un ottimo potere bagnante sul supporto.

Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante epossidico
- PVC % ≥36 %
- % pigmento sul totale polveri ≥25 %
- tipo di pigmento fosfato di zinco ZnPG-4
- legante secco % 26 %
- spessore film 30÷40 µ
- metodo di applicazione pennello

2°strato

Mano intermedia epossidica pigmentata con biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante:

- tipo di legante epossidico
- PVC % ≥40 %
- % pigmento sul prodotto finito ≥11 %
- tipo di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 26 %
- spessore del film 80 + 100// 80÷100 µ
- metodo di applicazione pennello

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**3°strato**

Mano di finitura poliuretana di tipo non ingiallente e non sfarinante.

Il tipo di polisocianato dovrà essere alifatico (né aromatico, né cicloalifatico), con un contenuto di monomeri volatili non superiore allo 0,7% (ASTMD 2615/67T):

tipo di legante	poliuretano
PVC%	≥16%
% pigmento sul prodotto finito	≥26 %
tipo di pigmento	biossido di titanio (TiO <sub>2</sub> )
legante secco %	39 %
spessore del film	30÷40 μ
metodo di applicazione	pennello o rullo

**Ciclo di verniciatura « B »**

	<b>1°strato</b>	<b>2°strato</b>	<b>3°strato</b>
Tipo di legante	epossidico	Epossidico	poliuretano
PVC%	≥36%	≥40%	≥16%
% pigmento sul totale polveri	≥25%	-	-
% Pigmento sul totale finito		≥11%-	≥26%
Tipi di pigmento	fosfato di zinco (ZnPO <sub>4</sub> )	Biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )	biossido di titanio (Ti O <sub>2</sub> )
Legante secco %	26%	26%	39%
Spessore del film..	30÷40 μ	80÷100 μ	30÷40 μ
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello -rullo

**7.4 CICLO «C»**

Il rivestimento dovrà essere formato come minimo da quattro mani di prodotti vernicianti.

Le caratteristiche di composizione degli strati dovranno essere le seguenti:

**1°strato**

Mano di fondo oleofenolica i cui pigmenti inibitori dovranno essere di base: ossido di piombo (minio), fosfati di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo in composizione singola o miscelati tra loro in modo da conferire la migliore resistenza alla corrosione.

È ammessa la presenza di riempitivi a base di solfato di bario (BaSO<sub>4</sub>) e silicati in quantità non superiore al 45% sul totale dei pigmenti riempitivi. Caratteristiche formulative della mano di fondo:

- tipo di legante                                      oleofenolico

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55$  %
- tipi di pigmento ossido di piombo fosfati di zinco, cromati di piombo silico-cromati di piombo
- legante secco (resina) %  $\geq 18$ %
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca  $\geq 60$  %
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

2°strato

Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1a mano, di composizione identica al 1°strato; il pigmento inibitore potrà essere sostituito con aggiunta di ossido di ferro per la differenziazione del colore, in quantità non superiore al 6% sul totale dei pigmenti riempitivi.

Caratteristiche formulative della 2<sup>a</sup> mano:

- tipo di legante oleofenolico
- % pigmenti sul totale polveri  $\geq 55$  %
- tipi di pigmento ossido di piombo, fosfato di zinco, cromati di piombo, silico-cromati di piombo, ossido di ferro
- legante secco (resina) %  $\geq 18$ %
- tipo di olio nel legante olio di lino e/o legno
- % olio nella resina secca  $\geq 60$  %
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

3°strato

Mano intermedia alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù il cui rapporto in peso, a secco dovrà essere di 2:1. Non sarà tollerata la presenza di colofonia.

Caratteristiche formulative della 3a mano:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- tipo di legante alchidico-clorocaucciù
- %pigmenti sul totale delle polveri  $\geq 55\%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (Ti O<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- %TiO<sub>2</sub> sul totale pigmenti  $\geq 30 \%$
- legante secco (resina) %  $\geq 40 \%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- % olio nella resina secca  $\geq 60 \%$
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

4°strato

Mano di finitura alchidica modificata con oli vegetali e clorocaucciù di composizione identica al 3° strato, di colore differente dalla precedente mano.

Caratteristiche formulative della 4a mano:

- tipo di legante alchidico - clorocaucciù
- % pigmenti sul totale delle polveri  $\geq 55 \%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>), ftalocianina bleu
- % TiG-2 sul totale pigmenti  $\geq 30 \%$
- legante secco (resina) %  $\geq 40 \%$
- tipo di olio nel legante olio vegetale
- spessore del film secco 35÷40  $\mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**Ciclo di verniciatura «C»**

	<b>1°strato</b>	<b>2°strato</b>	<b>3°strato</b>	<b>4°strato</b>
Tipo di legante	Oleofenolico	oleofenolico	alchidico cloro-caucciù	alchidico cloro-caucciù
% di pigmenti sul totale polveri	≥55 %	≥55 %	≥55 %	≥55 %
Tipi di pigmento	Ossido di piombo (minio) fosfati di zinco, cromati di piombo, silico cromati di piombo	ossido di piombo, fosfato di zinco, ossido di ferro, cromati di piombo, silico cromati di piombo	biossido di titanio ftalocianina bleu	ossido di titanio, alocianina bleu
% di Ti O <sub>2</sub> sul totale pigmenti			≥30%	≥30%
Legante secco (resina) %	≥18%	≥18 %	≥40%	≥40%
Tipo di olio nel legante	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
% olio nella resina secca	≥60%	≥60%	≥60%	≥60%
Spessore del film secco	35÷40μ	35÷40μ	35÷40μ	35÷40μ
Metodo di applicazione	pennello rullo	pennello rullo airless	pennello rullo airless	pennello rullo airless

Dato che nelle caratteristiche formulative dei singoli stadi relativi ai cicli A, B e C sono presenti sostanze tossiche e potenzialmente cancerogene, come specificato dal D.M. 25 luglio 1987 n.555 (S.O. alla G.U. n.15 del 20-1-1988), rettificato con avviso pubblicato sulla G.U. n. 90 del 18-4-1988, si dovrà adottare una serie di misure procedurali ed organizzative, al fine di ottenere un controllo ambientale e sanitario, tenendo peraltro presente quanto disposto dal D.P.R. 20-2-1988 n.141 (G.U. n. 104 del 5-5-1988) e successive modifiche ed integrazioni.

**7.5 PREPARAZIONE DEL SUPPORTO**

La preparazione del supporto metallico dovrà essere eseguita dall'Appaltatore mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate che presentino scarsa coesione e/o aderenza con il supporto.

Il tipo di pulizia: spazzolatura meccanica e sabbiatura, dovrà essere tale da permettere un ottimo attacco della mano di fondo del ciclo di verniciatura e dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tale approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore relativa al raggiungimento dei requisiti finali del ciclo di verniciature anticorrosive in opera.

## 7.6 CARATTERISTICHE DI RESISTENZA (CHIMICO-FISICHE) DEL CICLO DI VERNICIATURE ANTICORROSIVE

1 - Le caratteristiche di resistenza (chimiche-fisiche) si intendono per cicli di verniciatura anticorrosiva applicata su supporti in acciaio tipo UNI 3351 sottoposti ad invecchiamento artificiale.

Per l'invecchiamento artificiale è previsto un ciclo così composto:

Agente Aggressivo	Durata	Temperatura
Radiazione ultravioletta.	6 h	60°C
Corrosione per immersione continua in soluzioni aerate (U.N.I. 4261/66).	12 h	35°C
Corrosione in nebbia salina (U.N.I.-5687-73)	12 h	35°C
Radiazione ultravioletta.	6 h	60°C
Immersione in soluzione satura di CaCl <sub>2</sub> .	12 h	35°C

Dopo il ciclo di invecchiamento artificiale, verranno eseguiti i controlli riportati di seguito:

1 - Ingiallimento: secondo norma DIN 53230.

Il prodotto di finitura deve essere non ingiallente (prova su prodotto non pigmentato).

2 - Ruggine e Blistering (ASTM D 714/56) (DIN 53210):

<b>Ciclo «A»</b>	:	Blistering	1°strato = 9F
			2° strato = 9M
<b>Ciclo «B»</b>	:	Blistering	3°strato = 9F
			Ruggine: RO (ruggine assente)
<b>Ciclo «B»</b>	:	Blistering	1°strato = 9M
			2°strato = 9M
<b>Ciclo «C»</b>	:	Blistering	3°strato = 9F
			Ruggine: RO (ruggine assente)
<b>Ciclo «C»</b>	:	Blistering	1°strato = 9F
			2° strato = 9F
			3°strato = 9M
			4° strato = 9F
		Ruggine:	RO (ruggine assente)

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

## 3 - Adesione (DIN 53151):

Ciclo «A»  $G_{t0} \div G_{t1}$  (stacco nullo al massimo del 5%)

Ciclo «B»  $G_{t0}$  (stacco nullo)

Ciclo «C»  $G_{t0} \div G_{t1}$  (stacco nullo al massimo del 5%)

4 - Spessore films secchi [ $\mu$ ]:

**Ciclo «A»** 1 °strato = 90

2°strato = 80

3°strato = 40

**Ciclo «B»** 1 °strato = 30

2°strato = 90

3°strato = 35

**Ciclo «C»** 1 °strato = 35

2°strato = 35

3°strato = 35

4°strato = 35

5 - Resistenza all'abrasione: si determina solo su prodotto di finitura mediante Taber Abraser, con mola tipo CS 10, dopo 1.000 giri con carico di 1 Kg.

Il valore espresso come perdita in peso deve essere inferiore a 10 milligrammi.

6 - Brillantezza: controllata mediante Glossmetro Gardner con angolo di 60°, deve avere un valore iniziale superiore al 90% e finale non inferiore all'80%.

7 - Prova di piegatura a 180° (.su lamierino d'acciaio UNI 3351) con mandrino  $\Phi$  4 mm Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi.

### 7.7 PROVE DI ACCETTAZIONE DEI PRODOTTI.

L'Appaltatore dovrà preventivamente inviare ad un Laboratorio ufficialmente riconosciuto quanto segue:

a) campioni dei prodotti componenti il ciclo con relativi diluenti in contenitori sigillati del peso di 0,500 Kg e nel numero di tre per ogni prodotto (uno di questi campioni non deve essere pigmentato);

b) schede tecniche dei prodotti verniciati compilate in tutte le loro voci e fogli per le:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- caratteristiche di composizione: foglio A;
- caratteristiche di applicazione: foglio B.

Il colore di finitura sarà indicato dalla Direzione Lavori; i pigmenti necessari per il raggiungimento del tono di colore richiesto dovranno essere nella scheda riportante le caratteristiche di composizione, sottratti alla quantità percentuale del solvente.

Controllata la rispondenza del rivestimento con le caratteristiche di resistenza richieste, i prodotti componenti il ciclo saranno identificati mediante analisi spettrometrica all'infrarosso. La Direzione dei Lavori potrà far accertare in ogni momento sui prodotti presenti in cantiere la corrispondenza delle caratteristiche di resistenza, di composizione e di applicazione accertate in fase di gara e/o riprodurre gli spettri IR su detti materiali.

Tali spettri dovranno essere uguali a quelli ricavati dai campioni.

**Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)**

N°	Prova (ciclo <<A>>)	Fondo	Intermedia	Finitura	
1	Blistering	gF	gM	gF	
2	Ruggine	RO			
3	Adesione	G <sub>10</sub> -G <sub>11</sub>			
4	Spessore films secchi [μ].	80	80	40	
5	Abrasione				<10 mg
6	Brillantezza Iniziale				≥90%
7	Brillantezza finale				≥80%

**Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)**

N°	Prova (ciclo <<B>>)	Fondo	Intermedia	Finitura	
1	Blistering	gM	gM	gF	
2	Ruggine	RO			
3	Adesione	G <sub>10</sub>			
4	Spessore films secchi[μ].	30	90	35	
5	Abrasione				<10 mg
6	Brillantezza Iniziale				≥90%
7	Brillantezza finale				≥80%



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**Prove caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche)**

1	Blistering	gF	gF	gM	gF
2	Ruggine				
3	Adesione	G <sub>10</sub> -G <sub>11</sub>			
4	Spessore films secchi [μ].	35	35	35	35
5	Abrasione				<10 mg
6	Brillantezza Iniziale				≥90%
7	Brillantezza finale				≥80%

## **CAPITOLO 8.: CALCESTRUZZI**

---

## 8.1 GENERALITÀ

### 8.1.1 Normativa di riferimento

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione del D.M. 14/01/2008 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm.

Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150×150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1: 2006) e del requisito di durabilità delle opere.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4 del D.M. 14/01/2008, eseguite a 28 giorni di maturazione. Si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione. In tal caso potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo se confezionato con la stessa miscela e prodotto con medesime procedure.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'Appaltatore sarà tenuto inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori, i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio utilizzato per le opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà caratteristiche prestazionali non inferiori a quelle richieste dal progetto e dalle presenti norme tecniche.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Appaltatore i certificati dello studio preliminare di cui al punto precedente rilasciati da Laboratori Ufficiali ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

## 8.2 CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

Nella Tabella sottostante, vengono riportati i tipi di conglomerato cementizio ed i loro campi di impiego.

TIPO DI CLS	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	CLASSI R <sub>ck</sub> (minima)	CONSISTENZA UNI 9418
I	Conci prefabbricati per ponti in c.a.p realizzati a sbalzo per conci successivi e Travi prefabbricate in c.a.p. a fili aderenti Conci prefabbricati per gallerie	55 Mpa 55 Mpa	S4 S3
II	Conci gettati in opera per ponti in c.a.p realizzati a sbalzo per conci successivi Strutture gettate in opera per opere in sotterraneo	45 Mpa 45 Mpa	S4 S4
III	Trasversi gettati in opera su travi prefabbricate in c.a.p. e Impalcati completi gettati in opera	40 Mpa	S4

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

IV	Strutture in elevazione (pile, paramenti e muri di spalle) e Solette gettate in opera su travi in acciaio	37 Mpa	S4
V	Strutture di fondazione (plinti, zattere, platee), Rivestimenti definitivi di gallerie e Opere Minori (sottovia, tombini, barriere parapetti, cunette, cordoli, pavimentazioni, muri di sostegno delle terre, opere di difesa)	25 Mpa	S4
VI	Fondazioni non armate o debolmente armate (pozzi, sottoplinti, ecc.) e Pali	25 Mpa	S4
VII	ClS di sottofondazione (magroni)	15 Mpa	S3
VIII	ClS leggeri per zone di transizione a tergo delle spalle delle opere d'arte (peso di volume non maggiore di 1800kg/m <sup>3</sup> )	15 Mpa	S3

Per tutte le opere pos sono essere adottate consistenze diverse previa autorizzazione della D.L. che valuterà i singoli casi.

S1 slump 10 – 40 mm
S2 slump 50 – 90 mm
S3 slump 100 – 150 mm
S4 slump 160 – 210 mm
S5 slump ≥ 220 mm

Le prescrizioni relative alla classe di conglomerato cementizio (resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di stagionatura espressa in MPa) sono da ritenersi come minime al fine di garantire le prestazioni meccaniche richieste dal progetto esecutivo in funzione dei rapporti acqua/cemento individuati nel paragrafo dedicato alla durabilità dei cls.

Per i cls da impiegare negli elementi precompressi la resistenza caratteristica cubica al momento della tesatura dei cavi indicata negli elaborati progettuali vale:

- $R_{ckj} = 45$  Mpa al tempo "j" di tesatura per cls tipo I;
- $R_{ckj} = 40$  Mpa al tempo "j" di tesatura per cls tipo II.

### 8.2.1 Durabilità dei calcestruzzi

Le norme UNI EN 206-1 UNI 11104:2004 elenca i requisiti dei calcestruzzi perché abbiano la durabilità adeguata alla classe di esposizione ambientale prevista. Tali caratteristiche interessano le seguenti caratteristiche dei cls:

- il rapporto a/c massimo;
- il dosaggio minimo del cemento;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- il volume di aria inglobata;
- la resistenza al gelo degli aggregati;
- l'impermeabilità del cls;
- il tipo di cemento utilizzato;
- la stagionatura.

Sul calcestruzzo indurito si effettua, come misura indiretta del rapporto a/c, la misura della resistenza caratteristica Rck poiché strettamente legata al suddetto rapporto, una volta stabilito il tipo e la classe di resistenza del cemento da utilizzare. Per questo si richiama l'attenzione sulla necessità di rispettare le specifiche indicate non solo per quel che riguarda la Rck, ma altresì il tipo e la classe di resistenza del cemento. Infatti, se si confezionasse un calcestruzzo avente la stessa resistenza caratteristica ma con cemento di classe di resistenza superiore, si otterrebbe un prodotto meno rispondente ai requisiti di durabilità poiché caratterizzato da un rapporto a/c più elevato.

Di seguito si ricordano le limitazioni sul rapporto a/c e sul quantitativo di cemento della norma UNI EN 206-1 UNI 11104 per le classi di esposizioni d'interesse individuate per i manufatti in esame:

<b>TIPO DI CLS</b>	<b>Classe di esposizione</b>	<b>Tipo di cemento</b>	<b>Contenuto minimo di cemento</b>	<b>Massimo rapporto a/c</b>	<b>CLASSI Rck (minima)</b>
I	XC3	CEM I, II	330 kg/m <sup>3</sup>	0.40	55 Mpa
II	XC4	CEM 1, II, IV	340 kg/m <sup>3</sup>	0.50	40 Mpa
III	XC3	CEM 1 -IV	340 kg/m <sup>3</sup>	0.55	35 Mpa
IV	XC2	CEM 1 -IV	300 kg/m <sup>3</sup>	0.55	30 Mpa

I valori indicati nella tabella saranno intesi come limiti per il confezionamento di cls durabili ai sensi della UNI EN 206-1 UNI 11104. Valori più restrittivi eventualmente indicati negli elaborati progettuali sostituiranno i valori della presente tabella per l'opera indicata dagli elaborati stessi.

Per tutti i cls saranno impiegati aggregati resistenti al gelo, nonché sarà richiesto il requisito di impermeabilità degli stessi secondo UNI EN 206-1 UNI 11104.

I cementi Pozzolatici e d'Altoforno prescritti si caratterizzano per una maggior stabilità chimica (resistenza ai solfati, ai cloruri e alla CO<sub>2</sub> presente nelle acque), e per un più basso valore del calore d'idratazione attribuibile alla classe di resistenza 32.5 che, come è noto,

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

offre maggiori garanzie se è necessario ottenere un calcestruzzo indurito esente anche da fessurazioni capillari.

La minima classe di esposizione da garantire per le opere a diretto contatto con il terreno e con la falda è la XC 2.

La durabilità del calcestruzzo si consegue, ancora, prevedendo un'opportuna lavorabilità per la posa in opera e la compattazione dei getti ed un'adeguata stagionatura.

La stagionatura infine, come trattato nel paragrafo dedicato, individua la durata minima per la protezione dei getti in relazione alle condizioni termoigrometriche dell'ambiente al momento del getto ed allo sviluppo della resistenza del calcestruzzo.

### **8.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI**

#### **8.3.1 Cemento**

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965 n° 595, dal DM 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché del DM 09/03/1998 n° 126, con l'esclusione del cemento alluminoso.

In caso di ambienti aggressivi chimicamente, il progettista dovrà indicare il cemento da utilizzare.

L'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementiere che operino con sistemi di qualità certificati.

All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla DL un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione.

Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la DL possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte.

Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I silii dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silio dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni.

Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

### 8.3.2 Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520 parte 2<sup>a</sup>.

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

Non dovranno contenere i minerali dannosi:

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

A cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della D.L., dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

Ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte.

Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla D.L. e dall'Appaltatore.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.

Nella Tabella seguente, sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m<sup>3</sup> di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa ≤4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni somatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli < 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	S03 < 0.05%
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	ES>80 V < 0,6 cm 3/gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografia	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: • metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: • metodo del prisma di malta	UNI 8520 (22)	• UNI 8520 (parte 22 punto 4)  • UNI 8520 (parte 22 punto 4)
Presenza di cloruri solubili	• Analisi chimica	UNI 8520 (parte 12)	Cl ≤0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	Cf≥0,15(Dmax = 32 mm) Cf ≥0,12 (Dmax = 64 mm)

Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla D.L. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 5000 mc di aggregati impiegati, con un minimo di 2 prove.
-----------------------	---

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 5000 m<sup>3</sup> di materiale impiegato, nonché ogni volta che la D.L. lo riterrà necessario.

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI 8520 parte 18, minore di 0,15 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo  $D_{max}$  fino a 64 mm).

La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc).

Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio.

Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato.

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

La dimensione massima ( $D_{max}$ ) dell'aggregato deve essere tale da permettere che il conglomerato possa riempire ogni parte del manufatto; dovrà pertanto risultare:

minore di 0,25 volte la dimensione minima delle strutture;

minore della spaziatura minima tra le barre di armatura, diminuita di 5 mm;

minore dello spessore del copriferro.

### 8.3.3 Acqua di impasto

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate di seguito.

Sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati.

Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali ecc.).

L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro.

In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981 parte 5 per il contenuto totale di tale ione.

La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.

L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta" della Norma UNI 8520 parte 5).

#### **8.3.4 Additivi e disarmanti**

L'Appaltatore dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica di conglomerati cementizi.

Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 7109, 7120 e 8145; inoltre dovranno essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la prova della loro compatibilità.

#### **8.3.5 Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti**

Allo scopo di realizzare conglomerati cementizi impermeabili e durevoli a basso rapporto a/c ed elevata lavorabilità si farà costantemente uso di additivi superfluidificanti di nuova generazione a rilascio progressivo al fine di realizzare calcestruzzi reoplastici preconfezionati ad elevato mantenimento della lavorabilità.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel caso si verifichi una perdita di lavorabilità sono ammesse riaggunte di additivi superfluidificanti dello stesso tipo già inserito precedentemente nell'impasto con un quantitativo massimo di 300cc per ogni 100 kg di cemento

Nel caso che la lavorabilità prevista non venga ottenuta dopo la riaggunta di additivi a pie d'opera il calcestruzzo verrà scartato.

La classe di consistenza dovrà essere sempre garantita al momento della posa.

In caso di particolari condizioni ambientali e dei tempi di trasporto e lavorazione, potranno essere impiegati ulteriori additivi aeranti, fluidificante -ritardante e accelerante.

Non dovranno essere impiegati additivi a base di cloruri o contenenti cloruri di calcio.

Il loro dosaggio dovrà essere definito in fase di qualifica dei conglomerati cementizi sulla base delle indicazioni del fornitore e comunque esso non dovrà superare il 2 % in peso rispetto al cemento.

### 8.3.6 Additivi ritardanti e acceleranti

Gli additivi ritardanti riducono la velocità iniziale delle reazioni tra il legante e l'acqua aumentando il tempo necessario ai conglomerati cementizi per passare dallo stato plastico a quello rigido, senza influenzare lo sviluppo successivo delle resistenze meccaniche.

Gli additivi acceleranti aumentano la velocità delle reazioni tra il legante e l'acqua e conseguentemente lo sviluppo delle resistenze dei conglomerati cementizi senza pregiudicare la resistenza finale degli impasti.

I tipi ed i dosaggi impiegati dovranno essere preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

### 8.3.7 Additivi antigelo

Gli additivi antigelo abbassano il punto di congelamento dell'acqua d'impasto ed accelerano alle basse temperature i processi di presa e indurimento dei conglomerati cementizi.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio.

La percentuale di aria inglobata varierà in funzione del diametro massimo, vedi tabella seguente, degli inerti e sarà misurata secondo la UNI6395 sul cls fresco all'atto della posa in opera con tolleranza di  $\pm 1\%$ .

<b>Dmax aggregati</b>
-----------------------

<b>% aria occlusa</b>
-----------------------

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

12.5	6.5
20	6
25	5
40	4.5
50	4
75	3.5

In sede di posa in opera saranno adottati gli opportuni accorgimenti affinché non si abbia una riduzione del tenore d'aria al di sotto dei limiti di tabella.

Gli additivi aeranti saranno conformi a quanto indicato nella norma ASTM C260 e dovranno essere aggiunti al conglomerato cementizio nella betoniera in soluzione con l'acqua di impasto con un sistema tale da garantire una tolleranza pari al 5% e che ne assicuri la omogenea dispersione nell'impasto.

Su richiesta della Direzione Lavori l'appaltatore dovrà fornire prove di Laboratorio Ufficiale che dimostrino la conformità del prodotto alle vigenti norme UNI.

### 8.3.8 Silice ad alta superficie specifica (silicafume)

Quando previsto in progetto o prescritto dalla Direzione Lavori, potranno essere impiegati additivi in polvere costituiti da silice amorfa ad elevatissima superficie specifica (silicafume), o da superfluidificanti posti su un supporto costituito dalla silice amorfa di cui sopra.

Ciò per ottenere conglomerati cementizi ad elevata lavorabilità, resistenza e durabilità, in particolare in presenza di gelo e disgelo e di sali disgelanti.

La quantità di silicafume aggiunta all'impasto, dell'ordine del 5+10% sul peso del cemento più aggiunte, dovrà essere definita d'intesa con il Progettista e la Direzione Lavori in sede di qualifica preliminare del conglomerato cementizio, previa verifica mediante immersione di provini in soluzione al 30% di CaCl<sub>2</sub> a 278 K per venti giorni senza che sui provini stessi si manifesti formazione di fessure o scaglie. La silice amorfa ad elevatissima superficie specifica si divide in due classi di prodotti, dette Classe A e Classe B così come previsto dalla norma NFP 18-502.

Le caratteristiche tecniche previste per le due classi di riferimento dovranno essere le seguenti:

Parametro	Classe
-----------	--------

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

	A	B
SiO <sub>2</sub>	> 85%	70÷85%
CaO	<1,2%	<2,0%
SO <sub>3</sub>	<2,5%	<2,5%
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	<4,0%	0%<
Cl	<0,2%	<0,2%
Area specifica	20÷35 m <sup>2</sup> /g	10÷20 m <sup>2</sup> /g
B. E. T:		
Massa volumica assoluta	2,1÷2,3 kg/l	2,1÷2,4 kg/l

La silicafume di classe B potrà essere utilizzata per i conglomerati cementizi proiettati all'aperto; la silicafume di classe A dovrà essere utilizzata per tutti i conglomerati cementizi, compresi quelli proiettati in sotterraneo.

Al fine di ottenere una corretta progettazione del mix design del conglomerato cementizio, ove previsto l'impiego del silicafume, il rapporto fra la stessa ed il cemento sarà di 1/1, per la distribuzione delle parti fini e la definizione del rapporto a/c (per l'ottenimento delle resistenze inferiori a 7 giorni la silice non dovrà essere presa in considerazione).

#### 8.4 QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

L'Appaltatore è tenuto all'osservanza della Legge 5/11/1971 n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica, nonché delle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della predetta legge (D.M. del 09/01/96 e successivi aggiornamenti).

Lo studio, per ogni tipo di conglomerato cementizio, dovrà essere fornito almeno 30 giorni prima dell'inizio dei getti. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio Ufficiale a cura ed onere dell'Appaltatore, dovrà comprovare la conformità del conglomerato cementizio e dei singoli componenti.

In particolare, nella relazione di qualificazione dovrà essere fatto esplicito riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R<sub>ck</sub>;
- rapporto a/c;
- peso di volume;
- tipo e dosaggio degli additivi;
- classe di esposizione e durabilità delle opere (UNI EN 206-1 UNI 11104 e UNI8981);

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- lavorabilità (abbassamento al cono di ABRAMS UNI 9418/89);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipo e dosaggio di cemento;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133/83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (UNI 7699 -ISO DIS 7032 -DIN 1048);
- accorgimenti da adottare in caso di lavorazioni da eseguirsi in presenza di temperature rigide (al di sotto di 278 K);
- descrizione del ciclo termico e descrizione dell'impianto che si intenderà utilizzare in caso di maturazione accelerata a vapore;
- evoluzione della resistenza nel tempo in funzione del procedimento di maturazione impiegato.

Inoltre, si dovrà sottoporre all'esame della Direzione Lavori:

- a) i campioni dei materiali che si intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- b) la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- c) la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- d) i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

e) lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato in precedenza sulla base delle classi di esposizione individuate per le singole opere o parti di esse.

La Direzione Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Appaltatore, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti.

Le miscele verranno autorizzate qualora la resistenza a compressione caratteristica per ciascun tipo di conglomerato cementizio, misurata a 28 giorni sui provini prelevati dagli impasti di prova all'impianto di confezionamento, non si discosti di  $\pm 10\%$  dalla resistenza indicata nella relazione di qualificazione.

I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione Lavori.

L'esame e la verifica, da parte della D.L. dei certificati dello studio preliminare, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla D.L., l'Appaltatore rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Le caratteristiche dei materiali e la composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

Qualora eccezionalmente, si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta.

Qualora l'Appaltatore impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI EN 206-1 UNI 11104/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.

Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI EN 206-1 UNI 11104.

In nessun caso verrà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**8.4.1 Prove in fase di qualifica dei conglomerati cementizi**

La Direzione Lavori potrà fare eseguire prove sui provini confezionati in fase di qualifica dei cls finalizzate a valutare la durabilità.

Le prove potranno essere:

- prove di resistenza al gelo;
- prove di permeabilità all'aria;
- prove di assorbimento d'acqua;
- prove di scagliamento in presenza di cloruri;
- prove di penetrabilità dei cloruri e solfati.

**8.4.1.1 Prova di resistenza al gelo**

La prova di resistenza al gelo verrà effettuata sottoponendo i campioni a cicli di gelo e disgelo secondo UNI 7087. Le variazioni delle caratteristiche dei provini saranno contenute entro i limiti seguenti:

Riduzione del modulo di elasticità:	20%
Perdita di massa:	2%
Espansione lineare:	0÷2%
Coefficiente di permeabilità: prima dei cicli dopo i cicli	10 <sup>-9</sup> cm/sec 10 <sup>-8</sup> cm/sec

**8.4.1.2 Prova del grado di permeabilità all'aria**

Per la determinazione del grado di permeabilità all'aria del conglomerato cementizio verrà impiegato il metodo di Figg su richiesta della Direzione Lavori.

Il metodo di Figg è diretto a fornire elementi di giudizio sulla capacità del conglomerato cementizio a resistere agli attacchi chimico-fisici dell'ambiente.

La prova si basa sul fatto che la relazione esistente tra un gradiente di depressione, creato in un foro di un blocco di conglomerato cementizio ed il tempo necessario perché tale gradiente si annulli, è pressoché lineare.

Le apparecchiature impiegate consistono:

- Trapano a bassa velocità dotato di sistema di bloccaggio della profondità, con punte da 10 e 12 mm di diametro;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- cilindri in gomma del diametro di 12 mm e altezza di 10 mm; aghi ipodermici;
- calibratore di pressione dotato di pompa manuale per il vuoto con le apposite tubazioni per la connessione del sistema agli aghi ipodermici;
- silicone;
- n°2 cronometri.

Metodologia di prova

Per eseguire la prova occorre delimitare un'area triangolare avente i lati di 10 cm; in corrispondenza dei tre vertici dovranno essere realizzati, perpendicolarmente alla superficie del conglomerato cementizio, dei fori da 40 mm di profondità aventi diametro di 12 mm per i primi 20 mm e diametro di 10 mm per i restanti 20 mm.

Nella parte superiore del foro viene inserito un cilindro in gomma, di diametro uguale a quello del foro, opportunamente siliconato sulla superficie laterale per favorire l'adesione alle pareti del conglomerato cementizio e isolare completamente la parte inferiore del foro.

Quest'ultima viene raggiunta con un ago ipodermico, tramite il quale viene creata una depressione di poco superiore a 0,55 bar.

La prova consiste nel misurare il tempo occorrente per ottenere un incremento di pressione da -0,55 a -0,50 bar.

Per conglomerati cementizi poco permeabili ( $T > 3000$  s), vista la proporzionalità indiretta tra tempo e pressione, la suddetta determinazione può essere assunta pari a cinque volte il tempo parziale corrispondente alla variazione di pressione tra -0,55 e -0,54 bar.

Classificazione del conglomerato cementizio in base al valore di permeabilità all'aria espresso in secondi.

Nella tabella che segue è riportato, in funzione del tempo, il giudizio sulla qualità del conglomerato cementizio.

La categoria di appartenenza, in rapporto alla permeabilità all'aria, verrà stabilita sulla base di tre prove effettuate su una superficie di  $1,00 \text{ m}^2$  e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

TEMPO	GIUDIZIO	CATEGORIA
<30	Scarso	0,00
30-100	Sufficiente	1,00

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

100-300	Discreto	2,00
300-1000	Buono	3,00
>1000	Eccellente	4,00

Resoconto di prova

Dovrà comprendere:

- data della prova;
- caratteristiche fisiche dell'area analizzata;
- provenienza e caratteristiche dell'impasto usato; tipo e granulometria degli aggregati; rapporto A/C; tipo e dosaggio del cemento; dosaggio e tipo di eventuali additivi; contenuto d'aria nel calcestruzzo fresco;
- classe di permeabilità del conglomerato cementizio determinata sulla base dei risultati ottenuti, che dovranno essere tabellati e riportati su grafico;
- ogni altra informazione utile.

**8.4.1.3 Prova di assorbimento d'acqua**

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo UNI7699.

**8.4.1.4 Prova di scagliatura In presenza di cloruri**

La prova sarà eseguita secondo la norma UNI vigente.

**8.4.1.5 Prova di penetrabilità dei cloruri e solfati**

La prova di penetrabilità dei cloruri sarà eseguita secondo la norma UNI7928. La prova di penetrabilità dei solfati sarà eseguita secondo la norma UNI8019.

**8.5 CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

La Direzione Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica. .

Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

Le prove potranno essere sul cls fresco o sul cls indurito, eseguite con le modalità descritte nel paragrafo dedicato ai controlli in fase di qualifica o secondo quanto descritto nei paragrafi successivi.

### **8.5.1 Inerti**

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro.

La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio.

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

I controlli saranno quelli precedentemente esposti.

### **8.5.2 Resistenza dei conglomerati cementizi**

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dall'allegato 2 delle Norme Tecniche del D.M. 9 Gennaio 1996.

Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso, resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove.

Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica ( $R_{ck}$ ) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della RCL. inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine.

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

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

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

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

Nel caso in cui la D.L. richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a  $0,1 \text{ m}^2$ , su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.
- Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La D.L. si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.

Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.

L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini  $n$  il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiegato.

Il rapporto tra altezza e diametro del provino cilindrico tra il valore  $s = 1,0$  e  $s = 1,2$ . Nel caso di provini cubici si assume  $s = 1,0$ .

Per ogni lotto di conglomerato di  $100 \text{ m}^3$  di conglomerato cementizio indagato o frazione,  $n$  dovrà essere non inferiore a 4 (quattro).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Al fine di riportare la resistenza misurata sul provino prelevato dalla struttura a quella del corrispondente provino cubico prelevato durante il getto, si dovranno adottare le seguenti relazioni valide rispettivamente per carotaggi eseguiti perpendicolarmente e parallelamente alla direzione di getto:

$$R_i = 2.5 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3 \sigma / (1.5 + 1/s)$$

Dove  $a$  è la resistenza a compressione misurata sul singolo provino cilindrico o cubico sottoposto a prova di compressione semplice previste dalla Norma UNI 6132.

Poiché l'attendibilità dei risultati, al 95% dell'intervallo di confidenza, è stimata pari a:

$$\pm 12\% / (n)^{1/2}$$

la valutazione della resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio indagato risulta:

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2}) \sum R_i / n$$

dove:

- $F_{stim}$  = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;
- $n$  = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;
- $R_i$  = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente  $b$ , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare per determinare la resistenza caratteristica  $R_{ck}$ .

Pertanto, se :

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;

ovvero, se:

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la D.L., sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove di compressione sulle carote o cubi dovranno essere eseguite esclusivamente presso Laboratori Ufficiali.

I dati riscontrati dovranno essere registrati con data, ora e punti di prelievo, comprensivi delle note di commento a cura della D.L..

### **8.5.3 Controllo della lavorabilità**

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalle Norme UNI EN 206 – 2006 e UNI 11104:2004. Detta prova sarà effettuata ad ogni autobetoniera, nei pressi del getto, dal personale del laboratorio dell'Appaltatore o dal personale dei laboratori di fiducia della Direzione Lavori. Quando la consistenza prevista progettualmente è definita come S1, S2, S3, S4 e S5, l'effettivo abbassamento in centimetri a cui fare riferimento per la valutazione della prova sarà quello riportato nello studio progettuale. Ad ogni controllo verrà redatto un apposito rapporto di prova strutturato secondo le indicazioni della Direzione Lavori. Qualora l'abbassamento, con tolleranza di  $\pm 1$  cm, non fosse quello progettualmente previsto l'autobetoniera sarà allontanata dal cantiere; sarà premura della Direzione Lavori accertare che il conglomerato in essa contenuto non sia oggetto di eventuali manipolazioni, ma bensì sia definitivamente scartato in quanto non idoneo.

Tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra 2 e 23 cm.

Per abbassamenti inferiori a 2 cm si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo la norma UNI 8020/89 o con l'apparecchio VEBE secondo la Norma UNI 9419/89.

### **8.5.4 Controllo del rapporto acqua/cemento**

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI 8520 parte 13 e 16, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto).



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

Il rapporto a/c dovrà essere controllato in cantiere almeno una volta al giorno, tale rapporto non dovrà scostarsi più del  $\pm 0.02$  da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

### **8.5.5 Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio**

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a 1/5 e 4/5 dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.

La percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

Tale controllo sarà eseguito periodicamente in corso d'opera.

### **8.5.6 Controllo del contenuto di aria**

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante. Essa verrà eseguita con il metodo UNI 6395 -72.

Tale contenuto dovrà essere determinato con le cadenze previste al punto-11.3.10 della Norma UNI EN 206-1 UNI 11104.

### **8.5.7 Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento**

Il controllo del contenuto di cemento dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 6126 -72 e 6394 -69.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

Il controllo sul tipo e classe di cemento sarà eseguito mediante analisi chimica effettuata presso Laboratori Ufficiali di campioni prelevati in corso d'opera o direttamente presso le centrali di betonaggio.

Tali controlli saranno eseguiti periodicamente In corso d'opera.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**8.5.8 Controllo della  $R_{ckj}$** 

Potrà essere richiesto il controllo della  $R_{ck}$  per diverse epoche di maturazione su campioni appositamente prelevati durante le operazioni di posa in opera.

**8.5.9 Controllo del peso di volume**

Potrà essere richiesto il controllo del peso di volume sia per i cls ordinari sia per i cls alleggeriti.

**8.6 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE****8.6.1 Confezione dei conglomerati cementizi**

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

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

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

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

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al capitolo relativo ai materiali.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 -79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Appaltatore.

Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla D.L., anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Appaltatore, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo.

La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scendere al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C).

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

### **8.6.2 Trasporto**

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo.

Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori.

Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati.

Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame.

Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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

L'Appaltatore dovrà esibire detta documentazione alla D.L..

L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Appaltatore adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa.

Non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli.

L'omogeneità dell'impasto sarà controllata, all'atto dello scarico, con la prova indicata al paragrafo precedente della presente sezione.

La lavorabilità dell'impasto sarà controllata, secondo quanto indicato al paragrafo precedente, sia all'uscita dell'impianto di betonaggio o dalla bocca della betoniera, sia al termine dello scarico in opera, la differenza fra i risultati delle due prove non dovrà essere maggiore di 5 cm e comunque non dovrà superare quanto specificato dalla Norma UNI 7163 -79, salvo l'uso di particolari additivi.

Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa.

In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti.

E' facoltà della Direzione Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

### **8.6.3 Posa in opera**

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione Lavori.

La posa In opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche.

Nel caso di getti contro terra, roccia, ecc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme.

I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori.

Si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento.

Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Appaltatore provvedere, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante Impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Appaltatore dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro.

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze.

Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 m, che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm.

Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Appaltatore.

Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 5 mm, la Direzione Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Appaltatore mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori potrà essere costituito da:

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

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm misurati dopo la vibrazione.

L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore.

E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore.

Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formati, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio.

Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrato efficacemente.

Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli, preventivamente approvati dalla Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo Impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto.

Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua, si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione.

La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI 6394 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

#### **8.6.4 Tolleranze geometriche**

Gli elementi strutturali devono essere realizzati e posizionati secondo le geometrie e le indicazioni di progetto, salvo variazioni richieste dalla D.L. in specifiche situazioni.

Le tolleranze relative alle strutture in calcestruzzo gettato in opera sono le seguenti:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- deviazione dalla posizione relativa:  $\pm 10\text{mm}$ ;
- deviazione dalla verticale:  $\pm 5\text{ mm}$  in 3 ml, con un massimo di  $\pm 15\text{ mm}$ .

Il rivestimento in conci prefabbricati delle gallerie scavate con frese meccanizzate dovrà essere realizzato prevedendo adeguate tolleranze per evitare ogni presenza di elementi sporgenti all'interno dell'area libera delimitata dal rivestimento stesso, come indicato sugli elaborati di progetto posti a base di gara.

L'Appaltatore è tenuto ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere e/o lavorazioni sostitutive e/o complementari, comprese le demolizioni, che a giudizio della Direzione Lavori si rendessero necessarie per garantire la piena funzionalità delle strutture in caso di esecuzione non conforme alle specifiche progettuali o alle tolleranze ammesse.

### **8.6.5 Riprese di getto**

La Direzione Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Appaltatore possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compenso.

Nel caso ciò non fosse possibile, dopo aver interrotto il getto e prima che inizi il processo di indurimento del cls, la superficie di conglomerato cementizio dovrà essere adeguatamente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza con i getti successivi.

La Direzione Lavori avrà altresì la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario e senza che l'Appaltatore possa avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi, l'utilizzo di opportune resine come aggrappanti per la ripresa di getti. Le caratteristiche e le modalità di applicazione delle resine saranno sottoposte per accettazione alla Direzione Lavori da parte dell'Appaltatore.

Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

### **8.6.6 Posa in opera in climi freddi**

Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C).

Valgono le prescrizioni riportate nel punto "Confezione dei conglomerati cementizi" della presente sezione.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto.

I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

### **8.6.7 Posa in opera in climi caldi**

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla D.L..

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206-1 UNI 11104.

### **8.6.8 Stagionatura e disarmo**

#### **8.6.8.1 Stagionatura**

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Appaltatore dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

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

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione Lavori.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievvaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'Appaltatore, al momento del loro approvvigionamento.

In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievvaporanti di cui sopra.

E' ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm, di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm, di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m<sup>3</sup>.

Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate.

Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera.

In casi particolari la D.L. potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

#### **8.6.9 Maturazione accelerata con trattamenti termici**

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa qualora siano state condotte indagini sperimentali sul trattamento termico che si intende adottare.

In particolare, si dovrà controllare che ad un aumento delle resistenze iniziali non corrisponda una resistenza finale minore di quella che si otterrebbe con maturazione naturale.

Dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- la temperatura del conglomerato cementizio, durante le prime 3 h dall'impasto non deve superare 303 K (30 °C);

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h ( $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60  $^{\circ}\text{C}$ );
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10  $^{\circ}\text{C}$ )
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura , dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, nonché della resistenza raggiunta al momento del taglio dei trefoli o fili aderenti, dovranno essere maturati nelle stesse condizioni termo-igrometriche della struttura secondo quanto indicato dalla Norma UNI 6127.

#### **8.6.10 Disarmo**

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze.

In assenza di specifici accertamenti, l'Appaltatore dovrà attenersi a quanto prescritto dal DM 09/01/1996.

Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura.

La D.L. potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

### **8.6.11 Protezione dopo la scasseratura**

Si richiama integralmente il punto 10.6 della Norma 9858/91; al fine di evitare un prematuro essiccamento dei manufatti dopo la rimozione delle casseforme, a seguito del quale l'indurimento è ridotto e il materiale risulta più poroso e impermeabile, si dovrà procedere ad una stagionatura da eseguire con i metodi sopra indicati.

La durata della stagionatura, intesa come giorni complessivi di permanenza nei casseri e di protezione dopo la rimozione degli stessi, va determinata in base alle indicazioni del punto 10.6.3, prospetti XII e XIII, della Norma UNI EN 206-1 UN111104.

### **8.6.12 Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio**

E' tassativamente prescritto che nelle strutture da eseguire con getto di conglomerato cementizio vengano realizzati giunti di discontinuità sia in elevazione che in fondazione onde evitare irregolari e imprevedibili fessurazioni delle strutture stesse per effetto di escursioni termiche, di fenomeni di ritiro e di eventuali assestamenti.

Tali giunti vanno praticati ad intervalli ed in posizioni opportunamente scelte tenendo anche conto delle particolarità della struttura (gradonatura della fondazione, ripresa fra vecchie e nuove strutture, attacco dei muri andatori con le spalle dei ponti e viadotti, ecc).

I giunti saranno ottenuti ponendo in opera, con un certo anticipo rispetto al getto, appositi setti di materiale idoneo, da lasciare in posto, in modo da realizzare superfici di discontinuità (piane, a battente, a maschio e femmina, ecc.) affioranti a faccia vista secondo le linee rette continue o spezzate, e devono seguire le indicazioni di progetto.

I manufatti, di tenuta o di copertura dei giunti, possono essere costituiti da elastomeri a struttura etilenica (stirolo butiadene), a struttura paraffinica (bitile), a struttura complessa (silicone poliuretano, polioisopropilene, polioisocloropropilene), da elastomeri etilenici cosiddetti protetti (neoprene) o da cloruro di polivinile.

In luogo dei manufatti predetti, potrà essere previsto l'impiego di sigillanti.

I sigillanti possono essere costituiti da sostanze oleoresinose, bituminose siliconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

**8.6.12.1 Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ed oneri vari**

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.

L'Appaltatore 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.

Tutte le conseguenze per la mancata esecuzione delle predisposizioni così prescritte dalla Direzione Lavori, saranno a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda le rotture, i rifacimenti, le demolizioni di opere di spettanza dell'Appaltatore 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.

**8.7 CALCESTRUZZO PROIETTATO (CP)**

Il rivestimento delle pareti di scavo, pendici o di pozzi di fondazione, paratie, rivestimenti di prima fase in galleria, sarà eseguito con conglomerato cementizio proiettato. Detto conglomerato dovrà essere confezionato nel rispetto della presente Norma Tecnica e, per gli aspetti non considerati, in conformità alla UNI EN 10834.

### 8.7.1 Tipi Di Calcestruzzo Proiettato

La consistenza delle miscele di calcestruzzo proiettato per via umida verrà qualificata nelle classi della UNI EN 206 S4 ed S5. Per il CP dovranno essere rispettate le prescrizioni per la durabilità (in termini di rapporto acqua/cemento, dosaggio minimo di cemento, resistenza minima, e tipo di cemento) in funzione della classe di esposizione secondo UNI 11104. La resistenza a compressione del CP dovrà essere specificata in classi di resistenza in funzione dell'impiego previsto, in accordo alla UNI EN 206-1. La classe di resistenza di un calcestruzzo proiettato si indica con la sigla CP seguita dal valore di resistenza cubica che lo caratterizza (es. CP16). Le resistenze di riferimento dei calcestruzzi proiettati non sono valutate su provini confezionati ma su provini estratti per carotaggio, in opera o da pannelli di prova, e sono espresse in termini di resistenza caratteristica cilindrica ed indicate come  $f_{ck-cp}$ . Le carote devono avere altezza pari al diametro; questo deve essere sempre maggiore ad almeno 3 volte la massima dimensione degli inerti di pezzatura maggiore con un minimo di 8 cm. Per la misura e la valutazione dei risultati si procederà come indicato al punto della UNI 10834. Inoltre il calcestruzzo proiettato potrà essere classificato in funzione della velocità di indurimento, nelle classi di resistenza del calcestruzzo giovane: J1, J2 o J3 in accordo con la Figura 1. Per l'assegnazione alla classe J1 si richiede che almeno 3 valori di resistenza cadano tra le curve A e B, per la classe J2 tra le curve B e C e al di sopra della curva C per il calcestruzzo proiettato classe J3.

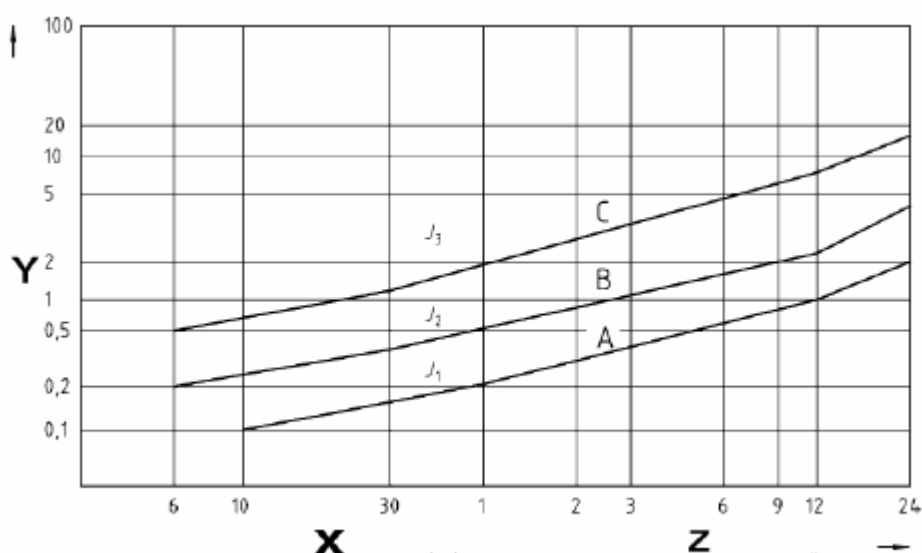


Figura 1 -Classi di resistenza del calcestruzzo proiettato giovane (X è il tempo in minuti, Z è il tempo in ore, Y è la resistenza in MPa)

Le prove di resistenza sul calcestruzzo proiettato giovane si eseguiranno con le modalità nel seguito specificate.

### **8.7.2 Composizione del calcestruzzo proiettato**

Il CP verrà confezionato con aggregati d'appropriata granulometria continua, ottenuto con almeno due classi granulometriche e di dimensioni non superiori a 12,5 mm, tali da poter essere proiettati ad umido o a secco con le normali attrezzature da "spritz", salvo diverse prescrizioni progettuali. Il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,5, il dosaggio di cemento non inferiore a 450 kg/m<sup>3</sup>. Per ottenere questo risultato si dovrà impiegare un additivo riduttore d'acqua a rilascio progressivo a base di carbossilato etere conforme alle UNI EN 934-2, UNI EN 480 (1-2) e UNI EN 10765, capace di una riduzione d'acqua a pari consistenza di almeno il 20%. La miscela dovrà avere una consistenza S4 o S5 con un mantenimento della lavorabilità di almeno 60'. Se la temperatura esterna è maggiore di 25°C è ammessa, dopo un'ora dalla miscelazione, una riduzione dello slump non superiore al 15%.

Il calcestruzzo verrà additivato con acceleranti tipo alcali-free in misura mediamente dell'8% ma sempre minore del 12% in peso del cemento.

Detti acceleranti dovranno essere costituiti da una soluzione acquosa (perciò non contenere prodotto solido sospeso) e dovranno avere:

- un contenuto di alcali (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) < 0,1% in peso,
- un tenore di cloruro (Cl-) < 0,1%,
- una densità di ~ 1,36 kg/l,
- non dovranno essere caustici e dovranno avere un pH di 3 ± 1

Il produttore dovrà operare in conformità alle UNI EN ISO 9001:2000.

Ai fini della coesione del calcestruzzo, della durabilità dei manufatti e per evitare eventuali fenomeni di dilavamento, tutto il CP verrà additivato con fumo di silice in misura da 5 a 8% in peso sul cemento.

### **8.7.3 Qualifica e controlli**

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione dei lavori:



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- una documentazione in merito alla qualifica e all'esperienza del lancista;
- la descrizione dell'equipaggiamento che intende impiegare per miscelare ed applicare il CP, includendo istruzioni, raccomandazioni e prestazioni attese fornite dal costruttore;
- una descrizione dei metodi che intende attuare per porre in opera il calcestruzzo e per controllarne lo spessore, garantendo le volute posizioni e allineamenti

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati conformemente alle presenti Norme. La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Appaltatore alla preventiva approvazione della Direzione Lavori.

I prelievi di controllo della miscela base (conglomerato non accelerato) andranno eseguiti con frequenza giornaliera per ogni singola opera o fase di lavorazione sottoposta alla lavorazione, il valore di resistenza sarà determinato sulla media di due provini cubici, di lato 15 cm.

Il controllo del prodotto finito, incluso lo spessore, sarà eseguito in opera mediante carotaggi; la resistenza a compressione sarà determinata sulla media di due prelievi (carote) per ogni giorno di getto d'ogni opera interessata alla lavorazione, prelevati secondo UNI 6131 e provati secondo UNI 6132.

Per normalizzare i risultati ottenuti su carote aventi rapporti h/d diversi da 1 si prenderà in considerazione la snellezza  $\lambda = h/d$ . La stima della resistenza cubica  $R_c$  (MPa) del CP a partire dalla resistenza compressione sui cilindri  $f_{car}$  (MPa) dovrà essere calcolata secondo la seguente formula:

$$R_c = f_{car} \times (2.5 / (1.5 + 1/\lambda))$$

Al fine di tenere nella dovuta considerazione l'effetto di disturbo indotto nel calcestruzzo, il valore di  $R_c$  dovrà essere incrementato del 20%.

In base ai risultati ottenuti, la resistenza cubica caratteristica a compressione ( $R_{ck}$ ) è stimata secondo quanto indicato nella normativa UNI EN 206-1.

Ove sia richiesta la valutazione delle resistenze del calcestruzzo giovane si dovrà adottare il metodo dello sparo ed estrazione di chiodi tramite l'utilizzo di:

- Pistola di sicurezza spara chiodi (tipo HILTI DX 450 L o equivalente con pistone 45 M6-8L preselezionata in posizione 1) dotata di cartucce esplosive (propulsori tipo HILTI

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

6,8/11 M di colore verde o equivalenti) d'intensità nota, codice di potenza 02, in grado di fornire al chiodo un'energia che conferisca al chiodo stesso una velocità iniziale compresa tra i 50 ed i 70 m/s (che deve essere dichiarata dal costruttore).

- Chiodi (prigionieri) (tipo HILTI M6-8-52 D12 e tipo HILTI M6-8-72 D12 o equivalente) filettati (M6-8) in acciaio al carbonio HRC  $55.5 \pm 1$ , diametro 37 mm e con rivestimento in zinco di 5-3 m, la lunghezza del gambo dei chiodi è prefissata ed è pari a 52 o 72 mm.
- Apparecchio estrattore (tipo HILTI tester 4 o equivalente) in grado di misurare la forza d'estrazione con la tolleranza di  $\pm 100$  N; tale apparecchiatura dovrà essere corredata della curva di taratura che mette in relazione il valore letto del carico col valore corretto del carico medesimo.

Le modalità d'esecuzione della prova e le tabelle di correlazione per l'estrapolazione dei dati saranno indicate dalla Direzione Lavori e saranno comunque conformi a quanto riportato nella UNI 10834, "Calcestruzzo proiettato".

Le resistenze dovranno essere quelle di progetto e comunque non inferiori a quelle della classe di resistenza J1, 2 o 3 con la tolleranza di -1 MPa.

I controlli andranno eseguiti con frequenza giornaliera ed il valore di resistenza sarà determinato sulla media d'otto chiodi o di due provini (carotaggi) per ogni controllo.

Per resistenze minori di 2 MPa si farà uso del penetrometro descritto in UNI 7123, come descritto al punto C4 della UNI 10834.

Subito prima della proiezione del conglomerato, dovranno essere confezionati per ogni giorno di getto, n. 2 provini di calcestruzzo privo d'accelerante (miscela base) al fine di accertare l'effettivo abbattimento delle resistenze causato dall'aggiunta dello stesso; i provini saranno sottoposti a controllo così come previsto dal presente Capitolato Speciale.

Il controllo, ai fini della contabilizzazione, della resistenza caratteristica sarà eseguito esclusivamente sulla scorta dei risultati della rottura a compressione dei carotaggi eseguiti in opera.

Qualora le resistenze alle diverse maturazioni fossero inferiori a quanto previsto saranno applicate delle penalità. Le prove per la determinazione della resistenza stimata  $R_{stim}$  saranno eseguite dal personale tecnico della Direzione Lavori in contraddittorio con il personale tecnico dell'Appaltatore.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le prove di rottura a compressione andranno eseguite presso Laboratori indicati dalla Direzione Lavori.

Quando gli spessori rilevati dalla misurazione dei prelievi eseguiti in opera, fossero inferiori a quelli minimi previsti, la Direzione Lavori non contabilizzerà la lavorazione fino a che non siano stati ripristinati gli spessori minimi progettualmente richiesti.

## **8.8 CALCESTRUZZO FIBRORINFORZATO PER RIVESTIMENTI**

Il rivestimento in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre d'acciaio a maglie elettrosaldate e/o con fibre d'acciaio.

Le fibre d'acciaio per la confezione del conglomerato armato con fibre dovranno essere realizzate con filo ottenuto per trafilatura d'acciaio a basso contenuto di carbonio, del diametro di 0,5 mm circa, avente tensione di rottura per trazione ( $f$ ) > di 1.000 MPa ed allungamento minimo > dell'1,0%; le fibre dovranno essere lunghe 30 mm, rapporto d'aspetto (L/D)= 60 ed avere le estremità sagomate ad uncino. Le fibre verranno aggiunte all'impianto con adatti dispositivi di distribuzione. Per agevolare l'uniforme distribuzione delle fibre nell'impasto, le stesse dovranno essere preferibilmente confezionate in pacchetti di più fibre affiancate, tra loro unite con speciale collante rapidamente solubile nell'acqua d'impasto e verificando la dispersione omogenea nel calcestruzzo. Ove si riscontrasse l'espulsione delle fibre dall'impasto con la formazione di "palle di fibre", si sospenderà la lavorazione finché l'inconveniente non sia stato eliminato.

La quantità di fibre d'acciaio da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere quella prevista in progetto; le fibre dovranno essere incorporate nel conglomerato già impastato avendo cura che la loro immissione e l'ulteriore miscelazione dell'impasto avvengano immediatamente prima della posa in opera.

Il Direttore dei Lavori potrà prescrivere la determinazione del dosaggio delle fibre nel calcestruzzo proiettato fresco o indurito, con il metodo dell'appendice D della UNI 10834.

Qualora il conglomerato fosse prescritto dal progettista come fibrorinforzato, il dossier di qualifica della miscela dovrà riportare i valori della resistenza di prima fessurazione e degli indici di duttilità D0 e D1, misurati con il metodo descritto dalla UNI 11039-2. La direzione dei lavori potrà richiedere la verifica di queste caratteristiche in corso d'opera.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'eventuale rete d'armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni delle presenti Norme. L'operatore dovrà dirigere il getto in modo da evitare la formazione di "ombre", ovvero vuoti tra l'armatura e il substrato.

Qualora la classe di resistenza a 28 giorni risulti non conforme, sarà applicata una penalità pari al 20% del prezzo unitario al metro cubo sull'intera produzione giornaliera desunta dal giornale dei lavori e/o dai tabulati di stampa prodotti dall'impianto di betonaggio.

Quando gli spessori rilevati dalla misurazione dei prelievi eseguiti in opera, fossero inferiori a quelli minimi previsti, la Direzione Lavori non contabilizzerà la lavorazione fino a che non siano stati ripristinati gli spessori minimi progettualmente richiesti.

### **8.9 CALCESTRUZZO AD ALTA RESISTENZA**

Ove il progettista abbia previsto l'impiego di conglomerato avente classe di resistenza alta ( $55 < R_{ck} < 85$  MPa), si dovrà fare riferimento alle Linee Guida del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sia per quanto concerne il calcestruzzo strutturale (fino a 75 MPa) che sul calcestruzzo Strutturale ad alta Resistenza (da 75 a 85 MPa). Oltre alla documentazione di prequalifica l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione dei lavori uno studio preliminare nel quale venga dettagliatamente descritta la metodologia di mix-design utilizzata e i criteri di scelta dei vari materiali.

La produzione dovrà effettuarsi solo dopo che la resistenza caratteristica e tutte le caratteristiche chimiche, meccaniche e fisiche che influiscono sulla resistenza e durabilità del calcestruzzo siano state accertate.

La produzione deve seguire specifiche procedure per il controllo di qualità.

## **CAPITOLO 9.: GALLERIE**

---

## 9.1 GENERALITÀ

Si intendono comprese in questa categoria di lavoro le gallerie naturali e quelle artificiali. Le gallerie naturali sono quelle definite come manufatti eseguiti a "foro cieco", (comprendendo anche le gallerie esistenti in ampliamento) mentre quelle artificiali sono definite come manufatti realizzati totalmente o parzialmente dall'esterno e successivamente ritombati.

Le tipologie di intervento comuni ad entrambe le categorie sono:

scavi

- consolidamenti
- drenaggi
- pre rivestimenti
- impermeabilizzazioni
- rivestimenti.

Le prescrizioni della presente sezione si applicano a tutte le opere in sotterraneo quali: gallerie ed opere connesse (intervia, nicchie, nicchioni; etc.) cameroni,, finestre di accesso, cunicoli, pozzi di areazione, etc.

Nel progetto predisposto, sono definite le sezioni tipo che stabiliscono caratteristiche e quantità degli interventi di stabilizzazione definitiva (comprendenti opere permanentemente installate nelle formazioni attraversate ed aventi efficacia definitiva).

Le tratte di applicazione delle sezioni tipo, sono state determinate tramite la definizione di un modello geologico e geomeccanico, conseguente all'esecuzione di indagini geognostiche, effettuate nelle tratte interessate dalla realizzazione delle gallerie S. Urbano e Malo, la cui documentazione è allegata al progetto definitivo.

La definizione progettuale delle tratte di applicazione delle sezioni tipo di scavo, correlate con le caratteristiche geomeccaniche dei terreni attraversati, costituisce una linea guida di riferimento che permette in sede di costruzione la gestione delle variazioni delle tratte di applicazione delle sezioni tipo in base alle risposte reali dell'ammasso a seguito dello scavo. All'interno delle "linee guida per l'applicazione delle sezioni tipo" dovrà essere esplicitato il criterio di analisi adottato per la stesura delle stesse.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In fase esecutiva la Direzione Lavori provvedere, in contraddittorio con l'Appaltatore, alla verifica della classe di roccia al fronte di scavo e delle "categorie di comportamento", sulla base dell'effettivo comportamento tenso-deformativo del cavo.

L'Appaltatore è tenuto ad adottare a propria cura e spese tutti gli accorgimenti e le cautele necessarie per garantire la sicurezza dei lavori e l'incolumità delle persone.

Sarà tenuta alla scrupolosa osservanza di tutte le Norme di sicurezza e l'igiene del lavoro in sotterraneo, facendo riferimento al

- D.P.R. 20/03/1956 n°320,
- al D.P.R. 09/04/1959 n°128 e successive modifiche,
- alle “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni “– D.M. Infrastrutture -14 gennaio 2008.

L'Appaltatore pertanto, dovrà perseguire a sua cura e spese, nella misura adeguata alle singole circostanze, secondo propri criteri e sotto la propria diretta responsabilità tutti quei provvedimenti necessari al rispetto delle Norme suddette, inclusi tra essi in particolare la ventilazione, l'illuminazione dei cantieri di lavoro, etc.

#### **9.1.1.1 Documentazione da fornire alla D.L.**

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori tutta la documentazione riguardante le specifiche tecniche delle attrezzature impiegate, che dovranno permettere l'esecuzione in sicurezza e nelle tempistiche delle lavorazioni previste e dovranno in ogni caso soddisfare i requisiti tecnici riportati nei documenti posti a base di gara, nonché il progetto del sistema di protezione del traforo Autostradale esistente, da redigere in modo tale che venga garantita sia l'accessibilità alla zona di lavoro, sia l'esercizio in sicurezza del tunnel.

## **9.2 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI**

### **9.2.1 Demolizioni**

Per le demolizioni si faccia riferimento a quanto riportato nel relativo capitolo del presente articolato ed in particolare al paragrafo sulle demolizioni in sotterraneo.

### **9.2.2 Scavi**

Con il termine "scavi" si intendono tutte le tecnologie esecutive finalizzate alla effettuazione di scavi a cielo aperto o a foro cieco in terreni, rocce o materiali di qualsiasi natura.

Gli scavi si suddividono in:

---

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- scavi a cielo aperto
- scavi a "foro cieco"

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

I lavori di scavo devono eseguirsi secondo le migliori regole suggerite dall'ente in relazione alla natura, alla stratificazione, al comportamento ed in generale alle particolari condizioni dei terreni che si incontrano ed essere condotti con la massima cautela e regolarità, in modo da impedire ogni scoscendimento di materie, tanto presso gli imbocchi, finestre e pozzi delle gallerie, quanto nell'interno delle medesime e da garantire perfettamente la sicurezza degli operai.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla Direzione dei lavori, l'Impresa deve prendere di sua iniziativa tutte le disposizioni necessarie ad assicurare il buon andamento dei lavori, affinché, ad opera compiuta, le gallerie, insieme ad una perfetta esattezza nel tracciato e nella livellazione, presentino le più sicure garanzie di stabilità.

Prima di dare inizio agli scavi sotterranei deve essere assicurata completamente l'intestatura e la messa in sicurezza di ogni fronte di attacco, anche se ciò venga prescritto, con la costruzione del fronte in muratura. Se previste da progetto esecutivo, le perforazioni necessarie per la posa in opera dei preinfilaggi e dei bulloni, e le successive fasi di lavoro debbono avvenire in modo che l'opera venga eseguita a regola d'arte, e nel pieno rispetto delle norme di sicurezza ed igiene del lavoro in sotterraneo emanate, ed in particolare riferimento alle norme di cui al D.P.R. 20 marzo 1956 n. 320.

Nel caso di scavo a sezione parzializzata, di norma si deve far precedere allo scavo dello strozzo e dei piedritti, lo scavo ed il rivestimento come da progetto esecutivo della calotta e tale rivestimento deve essere fatto per anelli di lunghezza variabile da 3 a 6 m.

Gli scavi di allargamento devono sempre procedere in pari passo con quelli dell'avanzata, facendo seguire il rivestimento col progresso degli scavi, avendo cura di prolungare a terra le centine ed il rivestimento posto in opera per la messa in sicurezza e la finitura della calotta.

Quando le centine metalliche sottendono l'armatura costituita dagli infilaggi, devono essere messe a contatto degli infilaggi stessi per assicurare una buona trasmissione dei carichi. Le



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

variazioni in altezza dovranno essere assorbite posizionando i piedini delle centine ad altezze diverse.

Nei terreni più pericolosi può essere anche prescritto di non procedere all'allargamento di un anello prima che il precedente sia stato interamente rivestito con lo spritz beton.

L'avanzamento del fronte di scavo deve avvenire di norma mediante l'utilizzo di mine.

### 9.2.3 Scavi a cielo aperto

Con tale denominazione, si vogliono comprendere tutti gli scavi necessari per la costruzione di gallerie artificiali le quali possono essere realizzate mediante:

- scavi eseguiti completamente a cielo aperto
- scavi eseguiti parzialmente a cielo aperto.

Dopo la realizzazione dei manufatti, dovrà essere ricostituito il profilo preesistente del piano campagna.

Nel caso in cui il livello di ricoprimento da eseguire sia incompatibile con la tipologia dei manufatti realizzati, si provvedere ad un rinterro che modifichi il piano di campagna preesistente.

La soluzione da adottare dovrà essere conforme a quanto previsto dal progetto.

Ove l'Appaltatore ravvisasse l'opportunità di modificare le soluzioni indicate dal Progettista, dovrà sottoporre le modifiche che intende realizzare all'approvazione della DL e dello stesso Progettista.

Per quanto applicabili, nell'esecuzione degli scavi dovranno essere rispettate tutte le prescrizioni di cui alla sezione Movimenti di terra, del presente Capitolato o delle specifiche facenti parte della documentazione di progetto.

#### a) Scavo completamente a cielo aperto

L'impiego di tale soluzione è subordinata alla possibilità della realizzazione di uno scavo completo dal piano di campagna sino al piano di imposta della fondazione del manufatto da realizzare.

Il tutto dovrà essere compatibile con la situazione ambientale e le caratteristiche geotecniche dei materiali interessati.

#### b) Scavo parzialmente a cielo aperto

L'impiego di tale soluzione è subordinata alla possibilità di non poter realizzare lo scavo

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

completo sino al piano di posa della fondazione del manufatto da realizzare, sia in relazione della particolare situazione ambientale, sia in relazione alle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati.

Il completamento dello scavo, verrà realizzato asportando il terreno al di sotto della soletta (scavo di svuotamento).

#### **9.2.4 Scavi a foro cieco**

Con tale denominazione vengono racchiusi gli scavi eseguiti per la costruzione di gallerie naturali.

Le prescrizioni degli articoli relativi agli scavi all'aperto valgono, fin quando applicabili, anche per gli scavi in sotterraneo.

Gli scavi in sotterraneo non potranno essere effettuati se preliminarmente non si è assicurata la stabilità degli imbocchi della galleria.

Gli scavi potranno essere effettuati in terreni di qualsiasi natura, durezza e consistenza, costituiti anche da materiali eterogenei e comunque sciolti.

La metodologia di scavo, così come la tipologia dei rivestimenti di prima fase e degli eventuali consolidamenti, etc, dovranno essere conformi a quanto previsto dal progetto.

Gli scavi, ove non specificamente individuato, verranno eseguiti secondo il procedimento, il sistema e lo schema di avanzamento che l'Impresa riterrà più opportuno proporre in relazione alla natura ed alle caratteristiche delle formazioni geologiche da interessare con gli stessi.

In zone di particolare difficoltà di avanzamento dello scavo, la Direzione Lavori può ordinare che lo scavo sia preceduto da uno o più fori esplorativi, di diametro non inferiore ai 10 cm, e per la profondità ritenuta necessaria, al fine di individuare eventuali anomalie e definire gli interventi idonei all'avanzamento.

All'interno del foro esplorativo e/o in corrispondenza del fronte di scavo, la Direzione Lavori potrà ordinare di effettuare rilievi ed ulteriori indagini, che si ritenessero idonee allo scopo nonché di prelevare campioni.

Le risultanze di tali determinazioni dovranno essere verbalizzate e documentate.

Il piano operativo di monitoraggio sarà predisposto a cura dell'Appaltatore sulla base del programma di monitoraggio indicato nel progetto definitivo e delle prescrizioni tecniche per il

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

monitoraggio integrativo facenti parte della documentazione di gara e sottoposto alla D.L. per l'approvazione.

L'Appaltatore, sulla base delle indicazioni progettuali, dovrà attuare tutte le precauzioni, limitazioni, mezzi di sostegno provvisori, consolidamenti, attrezzature e modalità esecutive che si ritengano idonee al fine di non danneggiare le proprietà di terzi (immobili, acquedotti, elettrodotti, cavidotti, viadotti, altre opere in sotterraneo, etc.) che vengano ad essere interessate e/o sottopassate dai lavori stessi.

L'Appaltatore resta comunque responsabile di ogni eventuale danno che dovesse derivare a persone o a cose anche di terzi in dipendenza dell'inosservanza delle precauzioni e cautele di cui sopra e in nessun caso potrà addurre, a diminuzione della propria responsabilità, il fatto di non aver ricevuto ordine dalla Direzione Lavori.

Pertanto, in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati, si dovrà definire la distribuzione e la profondità dei fori da mina, l'entità delle cariche di esplosivo ed il frazionamento dei tempi.

Dovrà essere predisposto a cura dell'Appaltatore, sulla base del progetto definitivo e delle prescrizioni tecniche, un apposito monitoraggio per salvaguardare l'integrità dei manufatti esistenti in prossimità del cavo o di limitare le vibrazioni in manufatti adiacenti e/o sovrastanti il cavo stesso, l'Appaltatore, dovrà attuare, coordinandole con la DL, specifiche limitazioni nell'impiego di esplosivi. Tali limitazioni possono essere così riassunte:

- scavo eseguito solo con l'impiego di microcariche ritardate, mediante volate ad abbattimento controllato;
- scavo eseguito solo con l'impiego di mezzi meccanici, ma con assoluto divieto dell'uso di esplosivi.

Nell'ordinario avanzamento con l'impiego di esplosivi, subito dopo ogni volata le pareti dello scavo saranno disgiunte con la massima cura e ciò sia in prossimità del fronte di scavo che a distanza da esso.

Qualora, anche per motivi indipendenti dalla volontà dell'Appaltatore, la sezione di scavo risultasse inferiore a quella di progetto, l'Appaltatore dovrà riprendere lo scavo a sua cura e spese con fori e cariche di esplosivo rapportate all'ottenimento della sezione di progetto o con qualsiasi altro mezzo ritenuto idoneo.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il fuori-sagoma massimo consentito non dovrà comunque eccedere quello indicato nello schema di figura, valido nel caso di metodo di scavo tradizionale con esplosivo o con mezzi meccanici, anche in presenza di materiale sciolto.

La distanza  $D$  tra il perimetro teorico di uno scavo definito in progetto e la linea limite  $G$  oltre la quale non può estendersi il perimetro effettivo dello scavo sarà definita dalle seguenti formule:

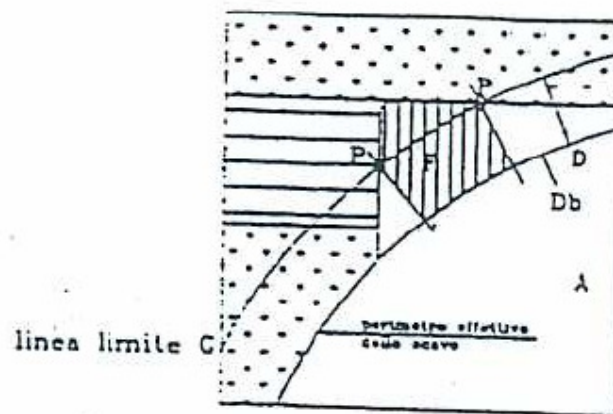
Avanzamento con esplosivo

$D = 0.07 \sqrt{A}$ , con valore limite  $D_{max}$  non superiore a 0.4 m

Avanzamento con materiale sciolto

$D = 0.07 \sqrt{A}$ , con valore limite  $D_{max}$  non superiore a 0.4 m

essendo  $A$  la superficie teorica dello scavo individuata dall'intero perimetro teorico.



Fuori sagoma massimo consentito. (SIA. 1993, modificato)

$A$ : superficie teorica dello scavo dell'intero profilo.

$D$ : distanza tra il perimetro teorico dello scavo e la linea limite  $G$ .

$Db$ : diametro di perforazione utensili usurati.

$F$ : superficie considerata per la remunerazione del sovraprofilo geologico.

In presenza di venute di acqua, compresi gli stillicidi, l'Appaltatore è tenuta ad eseguire prelievi ed analisi sistematiche, anche ripetute nel tempo, al fine di accertare l'eventuale aggressività delle acque stesse.

In presenza di acque aggressive e/o inquinanti, l'Appaltatore dovrà predisporre i trattamenti previsti a Norma delle vigenti leggi in materia.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le acque che si raccolgono negli scavi in galleria, anche se provenienti da lavorazioni di cantiere, e per qualsiasi volume, dovranno essere allontanate con opportuni mezzi, sicuri ed idonei, a cura e spese dell'Appaltatore, senza che ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento e nessun danno alle opere in costruzione.

Si dovrà evitare la formazione di ristagni d'acqua, di qualunque provenienza, sul piano di scavo, ed in particolare nelle zone di appoggio del rivestimento provvisorio o del rivestimento definitivo, per prevenire eventuali fenomeni di rammollimento o degradazione dei materiali costituenti il suddetto piano d'appoggio e non innescare instabilità degli scavi e/o cedimenti delle strutture.

Le acque di infiltrazione e le sorgenti incontrate nella escavazione delle gallerie dovranno essere convogliate, attraverso appositi collettori, fino ai recapiti previsti in progetto o prescritti dalla DL .

Per le acque di infiltrazione da piedritti e calotta in galleria, l'Appaltatore, a sua cura e spesa, dovrà provvedere alla captazione ed al convogliamento a tergo delle murature di rivestimento e dell'impermeabilizzazione, fino ai collettori.

Quando la DL lo riterrà opportuno, allo scopo di agevolare la captazione e lo scolo di eventuali acque d'infiltrazione, potrà ordinare l'esecuzione del rivestimento per campioni, lasciando intervalli da rivestire in un secondo tempo.

L'Appaltatore è tenuto a segnalare tempestivamente ogni venuta d'acqua di qualsiasi portata, che si manifestasse in galleria ed a prelevarne i campioni su cui verranno, a cura e spesa dell'Appaltatore, e sotto il controllo della DL, eseguite le analisi del caso.

I provvedimenti da adottare dovranno essere effettuati tenendo conto sia delle precedenti analisi sia della situazione idrogeologica della zona interessata dagli scavi, con particolare riguardo alla permeabilità "in grande" dell'ammasso e alle possibili modifiche dei flussi idrici sotterranei conseguenti alla costruzione della galleria.

Per quanto riguarda lo scavo con TBM, esso potrà essere eseguito in progressione continua o per fasi successive. Dovrà essere comunque garantito che la tratta scavata non sia superiore alla lunghezza dello scudo sotto il quale verrà posto in opera l'anello prefabbricato del rivestimento di sicurezza. In caso di utilizzo di TBM scudata, la fresa adottata deve permettere la posa in opera del rivestimento in conci prefabbricati al riparo dello scudo

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

metallico, in modo da poterli rendere attivi entro una breve distanza dalla testa di perforazione.

L'imprecisione massima ammissibile dello scavo, sia per la deformazione del profilo dell'ammasso roccioso, sia per le fasi esecutive, rispetto all'asse teorico di picchettaggio è di cm 20 (2 x 10 cm se riferita al diametro di scavo).

La polvere di risulta delle lavorazioni di scavo dovrà essere eliminata nel punto di produzione mediante appositi depolverizzatori.

L'accesso alla galleria di persone non direttamente interessate alle lavorazioni è vietato.

Dovranno essere adottate misure appropriate a prevenire e combattere eventuali incendi nella zona di lavoro.

Tutto il personale dovrà essere equipaggiato degli indumenti e delle protezioni necessarie in funzione delle operazioni a cui risulta addetto. All'interno del back up dovrà essere presente un locale opportunamente attrezzato con sistemi di protezione contro l'eventuale, seppur estremamente improbabile, presenza di minerali dannosi alla salute.

Nell'esecuzione dei lavori in sotterraneo l'Impresa dovrà, se necessario, adottare tutte le precauzioni, compresa la limitazione dell'impiego dell'esplosivo, mezzi e modalità esecutivi ritenuti idonei al fine di non danneggiare le proprietà di terzi (immobili, gallerie o viadotti ferroviari o stradali, acquedotti, elettrodotti, ecc.) interessate dai lavori di cui trattasi; ogni onere conseguente è da ritenersi a carico dell'impresa.

Le armature provvisorie per il sostegno della superficie di scavo in sotterraneo nei tratti scavati in tradizionale devono essere adeguate di volta in volta ai terreni in cui vengono eseguiti i lavori, in modo da garantire il loro regolare andamento e la incolumità del personale che vi è addetto in accordo a quanto riportato precedentemente.

Le armature stesse saranno eseguite dall'Impresa con il materiale che essa riterrà più idoneo (ferro o legname) e con le dimensioni richieste dalle singole circostanze, con propri criteri e sotto la propria diretta responsabilità.

Particolari cure ed accorgimenti dovranno essere adottati dalla Impresa nelle fasi dello scavo e di rivestimento in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie, soprattutto per salvaguardare l'incolumità degli operai.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le armature provvisorie dovranno comunque consentire la realizzazione della struttura definitiva del rivestimento in conformità alle indicazioni di progetto a diretto contatto con la superficie di scavo.

### 9.2.5 Scavo in tradizionale

Si intende lo scavo della galleria di approccio al tratto scavato con fresa TBM, delle camere di montaggio e smontaggio, delle gallerie trasversali di collegamento e tutti i tratti di galleria il cui scavo non è espressamente previsto con l'ausilio di una TBM.

Lo scavo della galleria di approccio viene eseguito con lavorazioni di tipo "ordinario" differenziato a seconda della caratteristica geomeccanica dell'ammasso.

### 9.2.6 Scavo con fresa (TBM)

Per galleria scavata con fresa (TBM) si intende il tratto di galleria, avente diametro di scavo minimo previsto di 14,40 m, da realizzare dal fronte Sud, le cui operazioni di scavo, posa in opera del sostegno avverranno con l'ausilio di una fresa a piena sezione (TBM-Tunnel Boring Machine) e del suo "back up" di supporto.

Nel prezzo offerto è compresa anche la movimentazione dei prezzi costituenti la TBM lo smontaggio dell'attrezzatura, il riposizionamento per l'esecuzione della seconda camera e lo smontaggio finale.

Il compenso comprende l'esecuzione delle seguenti lavorazioni:

- scavo della galleria, fornitura e posa in opera del rivestimento prefabbricato e di tutti gli accessori necessari per ottenere la sezione tipo di progetto;
- la movimentazione della TBM fino al cantiere e fino alla camera di montaggio in sotterraneo
- la movimentazione della fresa tra la zona di montaggio ed il fronte di primo attacco all'interno della camera di montaggio;
- il trasporto con nastro e/o mezzi idonei e lo scarico del materiale di risulta e di smarino nelle aree esterne di deposito temporaneo o definitivo, l'approvvigionamento con treno o mezzi appositi del materiale necessario all'avanzamento ed alla costruzione della sezione finita;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- il fermo dell'attrezzatura di scavo dovuto a rotture, manutenzione, sostituzione di parti, mancanza di energia, costruzione di opere provvisoriale e di consolidamento di qualsiasi tipo da eseguire internamente alla galleria o in avanzamento rispetto al fronte di scavo;
- il fermo dell'attrezzatura di scavo per disassamenti altimetrici e/o planimetrici generati da qualsiasi causa, nonché tutti gli oneri e le lavorazioni necessarie al riallineamento dell'apparato fresante;
- gli eventuali fermi delle attrezzature e della manodopera di cantiere per l'effettuazione delle prove, rilievi e misure e quelle che si rendessero necessarie durante l'esecuzione dei lavori e comunque ordinate dalla Direzione Lavori;
- il fermo dell'attrezzatura di scavo per gli interventi di consolidamento previsti e quelli che si rendessero necessari durante il corso dello scavo per eventi geologici straordinari anche non previsti quali gas, fenomeni geotermici, venute d'acqua inattese;
- tutti gli oneri per la scrupolosa osservanza delle norme e per la sicurezza e l'igiene del lavoro in sotterraneo;
- la fornitura, la posa e l'eventuale fermo macchina necessario per la posa di tutte le strutture necessarie al funzionamento, supporto e movimentazione della fresa e del suo "back up";
- gli eventuali fermi macchina derivanti dalla posa del rivestimento a conci in c.a. prefabbricati e di tutti i suoi accessori, incluso l'intasamento dell'interstizio tra rivestimento e limite di scavo con ghiaio monogranulare o con argilla espansa e/o boiaccia cementizia.
- la costituzione del piano viabile inclusa la fornitura e la posa della pavimentazione stradale e della sua fondazione inclusi tutti gli oneri connessi alla fornitura ed alla posa degli elementi di predisposizione degli impianti previsti in progetto interferenti con la pavimentazione quali: pozzetti, condotti idraulici per lo smaltimento delle acque di piattaforma e drenaggio, condotti per l'illuminazione e di tutti gli impianti previsti in progetto;
- la fornitura dei conci di rivestimento prefabbricati;
- la verniciatura delle pareti della galleria fino ai 2/3 di altezza rispetto allo sviluppo dell'intradosso, simmetricamente rispetto all'asse verticale.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nelle operazioni di cui sopra è compreso e compensato anche l'onere necessario per la ventilazione e la refrigerazione a norma dell'ambiente di lavoro come prescritto in progetto, sono altresì compresi i tubi di convogliamento delle eventuali venute d'acqua localizzate e l'eventuale fermo macchina connesso alla loro posa in opera. Nel prezzo è compreso e compensato l'impianto completo di aria compressa, nonché l'impianto completo di trattamento delle acque.

Il prezzo della sezione di scavo è in sintesi comprensivo quindi di tutte le lavorazioni ed i materiali riportati negli elaborati di progetto e di quant'altro necessario per la realizzazione della galleria come illustrata nelle sezioni tipologiche, la realizzazione di eventuali interventi di consolidamento sulla sezione trasversale ed in avanzamento rispetto al fronte o per le eventuali prospezioni in avanzamento rispetto al fronte e lungo la sezione trasversale e comunque gli eventuali fermi macchina per la realizzazione in sicurezza della galleria come previsto nella sezione tipo.

- I trasporto o il trasferimento del materiale scavato, alle aree di deposito temporanee o a quelle definitive;
- la realizzazione di eventuali interventi di consolidamento;
- le prospezioni in avanzamento;
- i consolidamenti e la bullonatura dei conci da demolire in corrispondenza delle gallerie di collegamento e tutti gli interventi connessi alla realizzazione della galleria di collegamento stessa.

Nonchè incluso l'intasamento dell'interstizio tra il rivestimento e il limite dello scavo con malta cementizia a presa rapida nella parte bassa per una stesa di circa 90/100° simmetrica rispetto all'asse verticale della galleria e con ghiaino o materiale deformabile nella restante parte del vuoto tra ammasso ed estradosso anelli. Incluso anche il successivo intasamento con boiaccia cementizia per tutta la lunghezza del tunnel. Incluso anche, ove necessario, l'intasamento con argilla espansa ( o in generale deformabile) in alternativa al ghiaino.

Da considerare che le operazioni di demolizione del rivestimento e lo scavo delle gallerie trasversali, avverranno in contemporanea con lo scavo della galleria principale imponendo delle restrizioni all'avanzamento.

E' da intendersi invece incluso nel prezzo a corpo definito, anche l'onere dell'eventuale aggotamento e smaltimento dell'acqua di accumulo sul fronte di scavo.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

### **9.2.7 Categorie di comportamento delle gallerie - sezioni tipo**

Per le gallerie a foro cieco si individuano 3 categorie/sezioni tipo di comportamento fondamentali, definite a partire dal comportamento tenso-deformativo del fronte di scavo che verrà rilevato durante la costruzione dell'opera tramite l'attività di monitoraggio definita in fase progettuale:

Sezione A: comportamento a fronte stabile;

Sezione B: comportamento a fronte stabile a breve termine;

Sezione C: comportamento a fronte instabile.

#### ***Sezione tipo A***

La sezione tipo A è prevista in corrispondenza di ammassi rocciosi costituiti da basalti poco fratturati, entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso II di Bieniawski.

Il fronte di scavo si presenta stabile e l'ammasso roccioso al contorno del cavo si mantiene in campo elastico.

Gli interventi previsti sono pertanto finalizzati al solo controllo di eventuali instabilità locali, prevedibilmente legate al distacco di blocchi lastroidi lungo i piani di stratificazione o di cunei rocciosi determinati dall'intersezione dei sistemi di discontinuità principali.

Gli interventi previsti per la sezione tipo A sono i seguenti:

- bullonatura sistematica radiale con bulloni Ø24 con testa espansiva tipo "ANKRAL", l=6.0m, maglia 2.0m x 1.5m con disposizione a quinconce;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche, spessore 15cm,
- rivestimento definitivo in calcestruzzo non armato di spessore 50cm in calotta e in calcestruzzo armato di spessore 30cm per la soletta di base.

#### ***Sezione tipo B0***

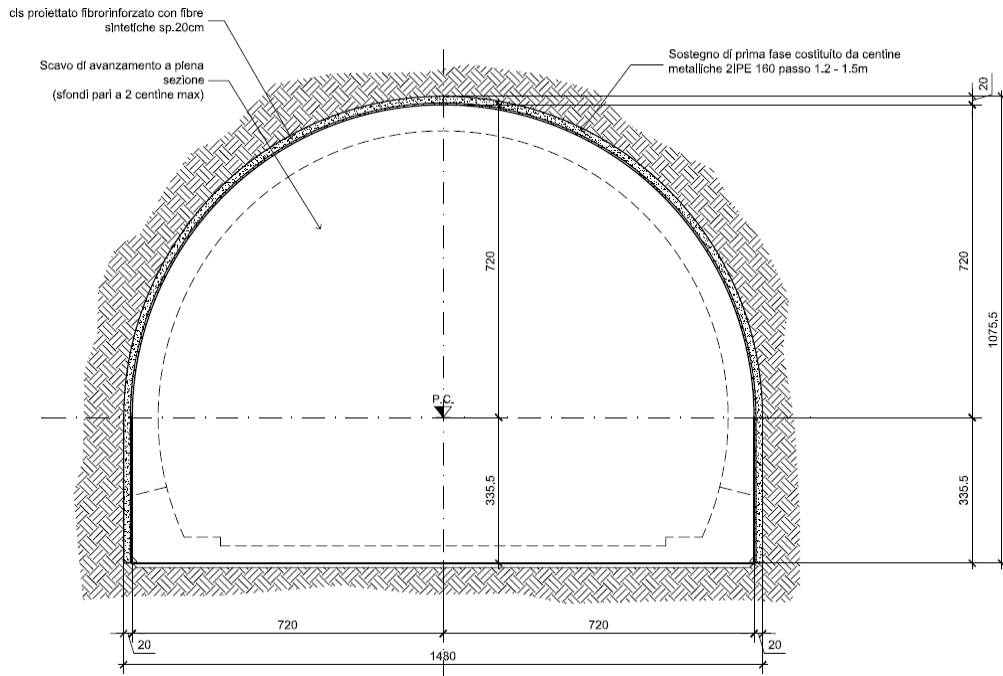
La sezione tipo B0 è prevista in corrispondenza di ammassi rocciosi costituiti da basalti e calcari mediamente fratturati, entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso II/III di Bieniawski. Il fronte di scavo si presenta stabile a breve termine e l'ammasso roccioso al contorno del cavo è in campo elasto-plastico con lo sviluppo di una fascia plastica limitata.

Gli interventi previsti per la sezione tipo B0 sono i seguenti:

- centine metalliche 2IPE160 accoppiate con passo variabile da 1.2m a 1.5m;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche, spessore 20cm,
- rivestimento definitivo in calcestruzzo non armato di spessore 60cm in calotta e in calcestruzzo armato di spessore 40cm per la soletta di base.



Schema sezione tipo B0

**Sezione tipo B1**

La sezione tipo B1 è prevista in presenza di basalti e marne mediamente fratturate entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso III di Bieniawski.

Il fronte di scavo si presenta stabile a breve termine e l'ammasso roccioso al contorno del cavo è in campo elasto-plastico. Gli interventi previsti per la sezione tipo B1 sono i seguenti:

- centine metalliche 2 IPE160 accoppiate con passo variabile da 1.0 m a 1.5 m;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche, spessore 20 cm,
- rivestimento definitivo di spessore 60 cm in calotta in calcestruzzo non armato e 70 cm in arco rovescio, in calcestruzzo armato.

**Sezione tipo B2**

La sezione tipo B2 è prevista in corrispondenza di marne molto fratturate entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso IV di Bieniawski.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il fronte di scavo si presenta stabile a breve termine e l'ammasso roccioso al contorno del cavo è in campo elasto-plastico. Gli interventi previsti per la sezione tipo B2 sono i seguenti:

- presostegno della calotta mediante 25 bulloni autoperforanti Ø38 suborizzontali L=5 m, sovrapposizione 2 m, passanti attraverso le centine;
- centine metalliche HEA180 con passo 1.0 m;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche, spessore 20 cm,
- rivestimento definitivo in cls armato spessore 70 cm in calotta e arco rovescio.

**Sezione tipo C1**

La sezione tipo C1 è prevista in corrispondenza di basalti e marne disturbati da zone di faglia entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso V di Bieniawski.

Il fronte di scavo si presenta instabile e l'ammasso roccioso al contorno del cavo è caratterizzato da tempi di autosostegno estremamente ridotti.

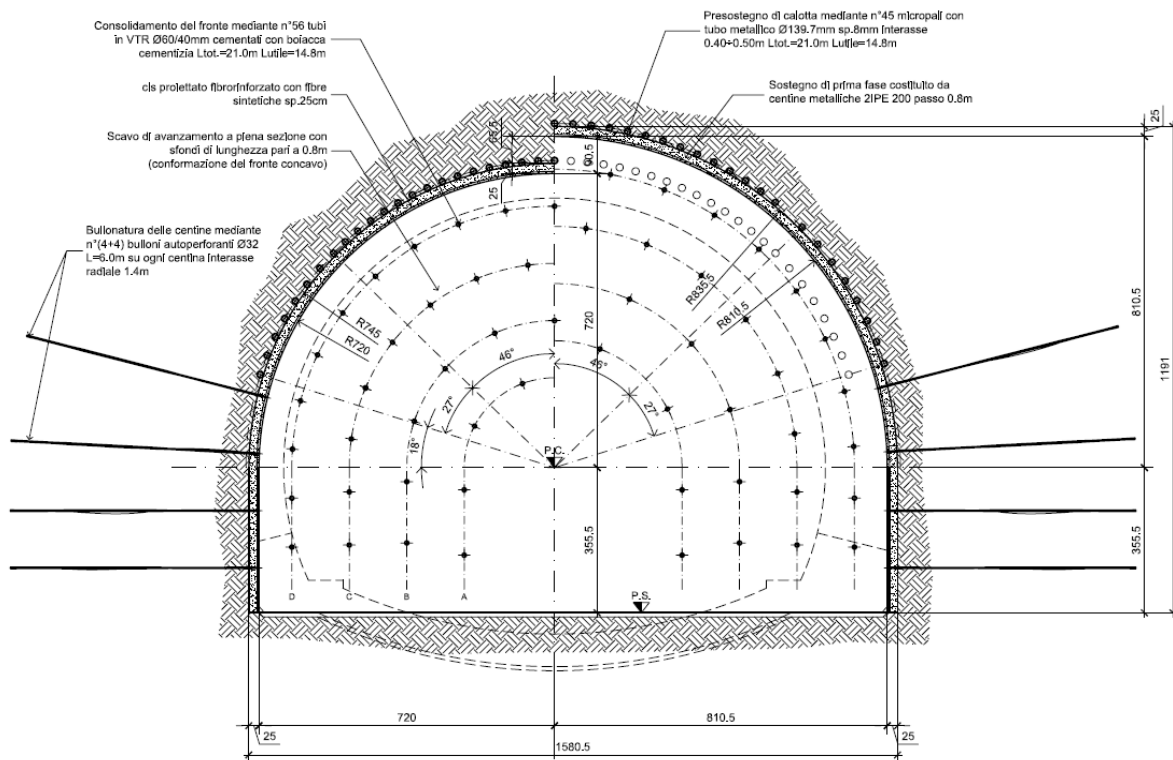
La sezione tipo contempla pertanto interventi di presostegno in calotta e di preconsolidamento del fronte.

I campi di presostegno e consolidamento hanno una lunghezza di 21 m, con lunghezza utile di scavo di 14.8 m.

.Gli interventi previsti per la sezione tipo C1 sono i seguenti:

- presostegno del profilo di scavo con 45 tubi metallici Ø139.7 mm spessore 8mm, interasse variabile 40-50 cm, l=21 m, l<sub>utile</sub>=14.8 m intasati con miscela cementizia;
- rinforzo del fronte con 56 elementi resistenti in vetroresina Ø60/40 intasati con malta cementizia espansiva l=21 m, l<sub>utile</sub>=14.8 m;
- centine metalliche 2 IPE200 accoppiate con passo 0.8 m;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche di spessore 25 cm,
- rivestimento definitivo di spessore variabile 60-150 cm in calotta e 80 cm in arco rovescio, in calcestruzzo armato.

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE



Schema sezione tipo C1

**Sezione tipo C2**

La sezione tipo C2 è prevista in corrispondenza di zone di faglia entro ammassi marnosi o basaltici in condizioni di copertura maggiori di quelle previste per la sezione tipo C1, oppure nelle tratte caratterizzate da ridotta copertura all'interno di terreni argillosi o rocciosi molto alterati.

Il fronte di scavo si presenta instabile e l'ammasso roccioso al contorno del cavo è caratterizzato da tempi di autosostegno estremamente ridotti, con previsione di comportamento spingente.

La sezione tipo contempla pertanto interventi di presostegno in calotta e di preconsolidamento del fronte.

I campi di presostegno e consolidamento hanno una lunghezza di 21 m, con lunghezza utile di scavo di 14.8 m.

Gli interventi previsti per la sezione tipo C2 sono i seguenti:

- presostegno del profilo di scavo con 61 tubi metallici Ø139.7 mm spessore 8mm, interasse variabile 30-40 cm, l=21 m, l<sub>utile</sub>=14.8 m intasati con miscela cementizia;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- rinforzo del fronte con 70 elementi resistenti in vetroresina Ø60/40 intasati con malta cementizia espansiva  $l=21$  m,  $l_{\text{utile}}=14.8$  m;
- centine metalliche 2 IPE200 accoppiate con passo 0.8 m, con chiusura al piede mediante arco puntone;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche di spessore 30 cm,
- rivestimento definitivo di spessore variabile 70-165 cm in calotta e 90 cm in arco rovescio, in calcestruzzo armato.

**Sezione tipo C2\***

La sezione tipo C2\* è prevista all'imbocco lato Vicenza della galleria Malo, nel tratto di scavo all'interno dei depositi alluvionali sotto falda.

Le condizioni stratigrafiche locali hanno messo in evidenza la presenza di depositi alluvionali limoso argillosi nella parte alta della galleria e depositi alluvionali ghiaiosi nella parte bassa della stessa.

Al fine di evitare pericolosi fenomeni di sifonamento dello scavo, la sezione tipo C2 già descritta in precedenza è stata integrata con un consolidamento del fondo mediante colonne di jet-grouting eseguite dalla superficie. Le colonne sono compenstrate con un diametro Ø1500 mm e maglia di 1.2 m x 1.1m.

Il fronte di scavo si presenta instabile e l'ammasso roccioso al contorno del cavo è caratterizzato da tempi di autosostegno estremamente ridotti.

La sezione tipo contempla pertanto interventi di presostegno in calotta e di preconsolidamento del fronte.

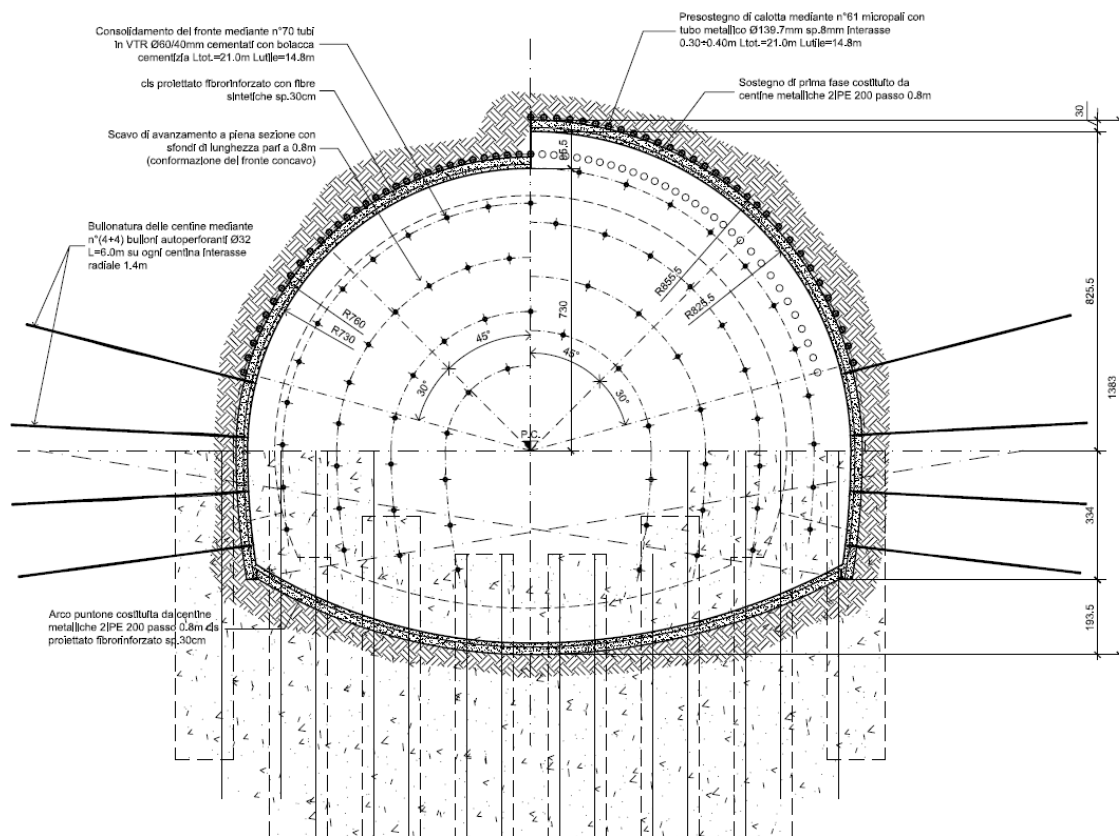
I campi di presostegno e consolidamento hanno una lunghezza di 21 m, con lunghezza utile di scavo di 14.8 m.

Gli interventi previsti per la sezione tipo C2\* sono i seguenti:

- consolidamento del terreno in sito con colonne di jet-grouting eseguite dalla superficie;
- presostegno del profilo di scavo con 61 tubi metallici Ø139.7mm spessore 8mm, interasse variabile 30-40cm,  $l=21$ m,  $l_{\text{utile}}=14.8$ m intasati con miscela cementizia;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- rinforzo del fronte con 70 elementi resistenti in vetroresina Ø60/40 intasati con malta cementizia espansiva l=21m, lutile=14.8m;
- centine metalliche 2IPE200 accoppiate con passo 0.8m con chiusura al piede mediante arco puntone;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche di spessore 30cm,
- rivestimento definitivo di spessore variabile 70-165cm in calotta e 90cm in arco rovescio, in calcestruzzo armato.



Schema sezione tipo C2\*

**Sezione tipo C3**

La sezione tipo C3 è prevista all'imbocco lato Treviso della galleria Malo, nel tratto di bassa copertura compreso tra il torrente Giara e l'inizio della scarpata rocciosa. In questo tratto lo scavo sarà interamente realizzato all'interno di depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi incoerenti.

La sezione tipo prevede pertanto la creazione di un arco portante al contorno della galleria mediante un consolidamento eseguito dalla superficie con colonne jet-grouting, al fine di

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

conferire artificialmente una coesione al terreno in sito. Ogni 15m è previsto un setto realizzato sempre con colonne di jet-grouting al fine realizzare una compartimentazione in settori delimitati da zone a fronte stabile. Le colonne sono compenstrate con un diametro Ø1500mm e maglia di 1.2 m x 1.1m.

Ciò consente di evitare ulteriori interventi di preconsolidamento del fronte.

La sezione tipo contempla inoltre un consolidamento del contorno mediante elementi resistenti in vetroresina con una lunghezza di 21 m, lunghezza utile di scavo 14.8m, finalizzato alla cucitura delle colonne verticali di jetting che, durante la fase di abbattimento, potrebbero franare all'interno della galleria.

Gli interventi previsti per la sezione tipo C3 sono i seguenti:

- consolidamento del terreno in sito con colonne di jet-grouting eseguite dalla superficie;
- consolidamento del contorno di scavo con 21 elementi resistenti in vetroresina Ø60/40 intasati con malta cementizia espansiva  $l=21$  m,  $l_{\text{utile}}=14.8$  m;
- centine metalliche 2IPE180 accoppiate con passo 1m;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche di spessore 25cm,
- rivestimento definitivo di spessore 80cm in calotta e in arco rovescio, in calcestruzzo armato.

### **Sezione tipo CMA**

La sezione tipo CMA costituisce la sezione relativa all'allargo per la piazzola di sosta equivalente alle condizioni di applicazione della sezione tipo A corrente ossia entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso II di Bieniawski.

Il fronte di scavo si presenta stabile e l'ammasso roccioso al contorno del cavo si mantiene in campo elastico.

Come già illustrato per la sezione tipo A, gli interventi previsti sono finalizzati al solo controllo di eventuali instabilità locali, prevedibilmente legate al distacco di blocchi lastroidi lungo i piani di stratificazione o di cunei rocciosi determinati dall'intersezione dei sistemi di discontinuità principali.

Gli interventi previsti per la sezione tipo CMA sono i seguenti:



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- bullonatura sistematica radiale con bulloni Ø24 con testa espansiva tipo “ANKRAL”, l=6.0 m, maglia 1.5 m x 1.5 m con disposizione a quinconce;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche, spessore 15cm,
- rivestimento definitivo in calcestruzzo non armato di spessore 60cm in calotta e in calcestruzzo armato di spessore 40cm per la soletta di base.

**Sezione tipo CMB**

La sezione tipo CMB costituisce la sezione relativa all'allargio per la piazzola di sosta equivalente alle condizioni di applicazione della sezione tipo B corrente, ossia entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso III/IV di Bieniawski.

Il fronte di scavo si presenta stabile a breve termine e l'ammasso roccioso al contorno del cavo si porta in campo elasto-plastico.

Come già illustrato per la sezione tipo CMB, gli interventi previsti sono finalizzati contenimento della plasticizzazione e delle deformazioni.

Gli interventi previsti per la sezione tipo CMB sono i seguenti:

- centine metalliche 2 IPE160 accoppiate con passo 1.5m;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche, spessore 20 cm,
- rivestimento definitivo di spessore 70 cm in calotta e 80 cm in arco rovescio, in calcestruzzo armato.

**Sezione tipo CMC**

La sezione tipo CMC costituisce la sezione relativa all'allargio per la piazzola di sosta equivalente alle condizioni di applicazione della sezione tipo C1 corrente, ossia entro una classe di qualità dell'ammasso roccioso V di Bieniawski.

Il fronte di scavo si presenta instabile e l'ammasso roccioso al contorno del cavo è caratterizzato da tempi di autosostegno estremamente ridotti.

La sezione tipo contempla pertanto interventi di presostegno in calotta e di preconsolidamento del fronte.

I campi di presostegno e consolidamento hanno una lunghezza di 21 m, con lunghezza utile di scavo di 14.8 m.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Gli interventi previsti per la sezione tipo CMC sono i seguenti:

- presostegno del profilo di scavo mediante 59 micropali con tubi metallici  $\varnothing 139.7$  mm, sp.=8mm, interasse compreso tra 0.4 m e 0.5 m, lunghezza pari a 21 m, intasati con miscela cementizia;
- rinforzo del fronte con 79 elementi resistenti in vetroresina  $\varnothing 60/40$ mm, lunghezza pari a 21 m, cementati con boiaccia cementizia;
- centine metalliche IPN240 accoppiate con passo 0.8m;
- bullonatura delle centine con 4+4 bulloni autoperforanti  $\varnothing 32$ , l=6.0 m su ogni centina interasse radiale pari a 1.4 m;
- calcestruzzo proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche di spessore pari a 25 cm,
- rivestimento definitivo di spessore variabile 90-180 cm in calotta e 100 cm in arco rovescio, in calcestruzzo armato.

### **9.2.8 Centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate, scalette di rinforzo**

Le centine metalliche, le reti di acciaio a maglie elettrosaldate e le scalette di rinforzo da lasciare annegate nel conglomerato cementizio, dovranno avere caratteristiche dimensionali, sagoma ed interasse conformi alle sezioni tipo del progetto esecutivo previste per le varie tratte.

Le centine metalliche saranno sagomate e collegate nei punti di giunzione tramite piastre saldate e bullonate, nonché dotate di elementi di unione, distanziatori, piastre di base, collegamenti e quanto altro occorrente per assicurare una perfetta continuità strutturale delle centine stesse.

Particolarmente curato sarà il dimensionamento dell'eventuale piastra di appoggio al piede, l'allettamento e la stabilità della superficie di appoggio, e la messa in contatto della centina con la superficie di scavo.

Eventuali vuoti presenti a tergo delle centine dovranno essere riempiti con conglomerato cementizio spruzzato o con idonei spessori, cunei od altri accorgimenti opportuni al fine di garantire la completa aderenza con la superficie di scavo delle centine.

Tutte queste lavorazioni saranno a cura e spese dell'Appaltatore.

In senso longitudinale, le centine saranno collegate tra loro mediante catene, realizzate mediante tondino di acciaio opportunamente sagomato. Le catene dovranno essere estese

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

a tutto il contorno delle centine ed ad esse collegate mediante opportuni accorgimenti o saldature, così come indicato nei disegni di progetto.

Quando le centine metalliche sottendono l'armatura tronco-conica costituita dagli interventi di consolidamento lanciati in avanzamento, quali infilaggi, jet-grouting ed altri interventi di consolidamento analoghi, queste dovendo essere messe a contatto con essi dovranno essere calandrate a profilo variabile, sia pure per gruppi, per assicurare una buona trasmissione dei carichi.

Le centine realizzate mediante l'impiego di profilati a doppio T, dovranno risultare all'esterno dell'estradosso di progetto del rivestimento definitivo.

I profilati costituenti le centine metalliche dovranno essere in acciaio S275 o superiore, i bulloni dovranno essere di classe non inferiore alla 8.8 -UNI 3740-74 e la lamiera sarà in acciaio di qualità non inferiore al tipo S275, UNI 7070/82. Le catene saranno in acciaio di qualità non inferiore al tipo B450A. Le eventuali reti di acciaio a maglie elettrosaldate saranno del tipo B450C controllato.

In relazione alla natura dei terreni attraversati la D.L. potrà variare tipo, dimensioni e quantità di tali manufatti nel rispetto delle norme di cui al vigente Capitolato Generale d'appalto.

## **9.2.9 Perforazione**

### **9.2.9.1 Attrezzatura di perforazione**

Le attrezzature di perforazione dovranno rispondere ai requisiti richiesti dalle norme EN 791 e EN 996.

Le pompe di alimentazione del fluido di circolazione dovranno assicurare le opportune portate e pressioni richieste dalla metodologia di perforazione adottata.

### **9.2.9.2 Metodologie di perforazione**

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il perforo potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In caso di instabilità il foro sarà rivestito mediante rivestimenti tubolari metallici provvisori nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità della pareti del foro durante e dopo la posa delle armature.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambe eventualmente additivata con tensioattivi (schiume). Per perforazioni in terreni sciolti, in alternativa al rivestimento provvisorio del foro. È anche ammesso l'uso di fanghi polimerici, purché biodegradabili e di miscele cementizie di opportuna densità. L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

### 9.2.10 Ancoraggi

Con il termine "ancoraggi" si intendono tutte le tecnologie esecutive atte al sostegno o alla protezione di gallerie, camere di deposito o altro, realizzato successivamente allo scavo, sia esso parziale o totale, ed ottenuto tramite armature che si estendono nei terreni e nelle rocce a tergo della sezione di scavo.

Sono previsti i seguenti magisteri:

- perforazione, a mezzo di apposita macchina bullonatrice, da eseguirsi con il diametro strettamente necessario per la posa del tirante, compresa l'eventuale perforazione a vuoto, l'uso di tuboforma, l'allontanamento dei materiali di risulta, il lavaggio del foro;
- iniezione e riperforazione, se necessario;
- fornitura dei tiranti, conformi ai requisiti sopra riportati o alle specifiche di progetto;
- infilaggio dei tiranti mediante apposita attrezzatura;
- fornitura e posa in opera delle testate di ancoraggio, complete di contropiastre di ripartizione, dadi di bloccaggio, eventuali tubi di iniezioni;
- fornitura e posa in opera di resine o malte, anche a diversa rapidità di presa, secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, allo scopo di assicurare l'aderenza del tirante alla roccia per tutta la sua lunghezza o per parte di essa;
- messa in tensione dei tiranti passivi a mezzo di dado avvitato all'estremità filettata, previa interposizione di piastra di ripartizione opportunamente sagomata, secondo la prescrizione del progetto esecutivo; il serraggio dei dadi verrà eseguito mediante chiave dinamometrica, coi valori della coppia che verranno di volta in volta stabiliti dalla Direzione Lavori;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- opere provvisori, ponteggi, eventuale abbandono anche totale del tuboforma e degli utensili di perforazione;
- sono a carico dell'Impresa le prove, tanto sui materiali che sulla resistenza a trazione degli ancoraggi, da effettuarsi nel numero, con le modalità e prescrizioni che verranno indicati dalla Direzione Lavori, non in contrasto con le “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni – D.M. Infrastrutture -14 gennaio 2008”, sulla base del progetto approvato.

L'Impresa ha l'onere di provvedere alle misurazioni relative al metodo costruttivo dei tiranti (misure di convergenza, pressiometriche, estensimetriche) da effettuarsi nel numero e secondo le modalità prescritte in progetto e stabilite dalla Direzione Lavori. Tale onere comprende la effettuazione periodica delle misure, la registrazione e la elaborazione dei dati, la conservazione e manutenzione degli strumenti.

### **9.2.10.1 Tipi di ancoraggio**

Indipendentemente dal tipo di ancoraggio, che può essere di tipo provvisorio o permanente, si distinguono le seguenti tipologie principali di ancoraggio:

#### ***Tiranti d'ancoraggio presollecitati***

Sono caratterizzati dalla presenza di una o più guaine per la protezione dell'armatura dalla corrosione.

#### ***Bulloni d'ancoraggio***

Sono caratterizzati dall'assenza di guaine, da una lunghezza generalmente non superiore a 12 m, e possono essere convenzionalmente suddivisi in:

- bulloni ad aderenza continua in barre d'acciaio;
- bulloni ad espansione meccanica con barra di acciaio e testa di ancoraggio espandibile;

Le perforazioni per gli ancoraggi, comunque inclinate ed in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza d'acqua di qualsiasi entità e pressione, saranno eseguite all'esterno ovvero all'interno di gallerie e cunicoli tramite sonde a rotazione o rotopercussione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro potrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Prima di procedere alle iniezioni, l'Appaltatore dovrà eseguire una accurata pulizia del foro con getto d'aria a pressione e il lavaggio con getto d'acqua a pressione.

Indipendentemente dal tipo di ancoraggio, il tipo di miscela da iniettare in ciascun foro sarà definito dall'Appaltatore e concordato con la Direzione Lavori. La miscela dovrà essere preparata mediante adatto mescolatore meccanico.

Le iniezioni saranno eseguite alla pressione predeterminata in fase di progetto o qualificazione e concordata con la Direzione Lavori, tramite l'impiego di macchinari atti a raggiungere gradualmente una pressione di almeno 800 kPa.

In ogni caso durante l'iniezione si dovrà aumentare gradualmente il valore della pressione fino a raggiungere il valore predeterminato.

Qualora gli ancoraggi operino in terreni interessati dalla presenza di acque aggressive nei confronti dei cementi o dell'acciaio, gli ancoraggi saranno costituiti da materiali mutualmente compatibili, da un punto di vista elettrochimico, con le parti meccaniche dell'ancoraggio.

In particolare, sarà curata la protezione delle testate di ancoraggio e saranno utilizzate idonee iniezioni di intasamento dei fori a base di cementi ad alta resistenza chimica.

Le seguenti attività sono da considerare comprese nella realizzazione degli ancoraggi:

- le guaine, i tubi di iniezione e di sfiato, i dispositivi di bloccaggio e di fissaggio, i distanziatori, le piastre ripartitrici e di ancoraggio con i relativi accessori quali bulloni e rosette;
- il serraggio, la tesatura ed il collaudo, nonché quant'altro occorrente per la perfetta messa in esercizio degli ancoraggi.

***Bulloni ad aderenza continua in barre d'acciaio***

I bulloni ad aderenza continua saranno realizzati mediante barre in acciaio aventi diametro non inferiore a 24 mm.

La cementazione del bullone sarà effettuata mediante fialoidi di resina epossidica, con tutti gli accorgimenti e i materiali necessari per assicurare il completo riempimento dei fori e l'aderenza del bullone al terreno per tutta la sua lunghezza.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 200x200x10 mm.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I materiali avranno le seguenti caratteristiche:

- le barre in acciaio saranno del tipo B450C controllato in stabilimento;
- le piastre saranno di qualità non inferiore al tipo S275;
- la composizione della miscela sarà definita dall'Appaltatore e concordata con la Direzione Lavori sulla base delle prescrizioni del progettista. Nel caso di impiego di cementi speciali o resine sintetiche, dovrà essere garantita l'assenza di ioni aggressivi e l'impiegabilità nel caso specifico.
- diametro esterno in posizione ripiegata non inferiore a 36 mm, espandibile fino a 54 mm.
- Diametro ottimale del foro 45-51 mm
- L'acciaio del tubo sarà di tipo S355 / S355JR e un allungamento a rottura non inferiore al 30%.

***Bulloni ad espansione meccanica con barra di acciaio e testa di ancoraggio espandibile***

I bulloni ad espansione meccanica con testa di ancoraggio espandibile saranno realizzati con barre di acciaio aventi diametro non inferiore a 16 mm.

La piastra di ancoraggio in acciaio avrà dimensioni non inferiori a 150x150x6 mm.

Qualora fosse ritenuto necessario, l'intasamento del foro dovrà essere fatto con iniezioni di malte cementizie o altre miscele idonee. L'acciaio dovrà avere una tensione di snervamento non inferiore a  $380 \text{ N/mm}^2$  e allungamento a rottura non inferiore al 14%.

***9.2.10.1.1 Miscele cementizie***

Si dovrà aver cura di realizzare uno studio preliminare della miscela cementizia di iniezione che avverrà a cura dell'Appaltatore.

Dovrà essere effettuato con debito anticipo rispetto alla data di inizio dei lavori di consolidamento.

***Preparazione dei provini e prove sulle miscele cementizie***

Si dovranno eseguire, eventualmente in presenza della DL gli impasti di prova della miscela cementizia, secondo le indicazioni previste in progetto.

I risultati delle prove eseguite verranno riportati su una apposita relazione, dove verrà

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

definita la composizione della miscela da utilizzare in fase esecutiva.

Su tale relazione si dovrà riportare:

Elenco dei materiali impiegati, indicante provenienza, tipo, e qualità dei medesimi;

Certificati dei materiali costituenti la miscela di impasto;

Tipo e dosaggio del cemento;

Rapporti acqua/cemento;

Tipo e dosaggio degli eventuali additivi;

Risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione;

Caratteristiche dell'impianto di confezionamento. La documentazione dovrà essere fornita alla DL, che procederà all'eventuale approvazione. L'approvazione tuttavia, non solleva l'Appaltatore dalle sue responsabilità in base alle Norme vigenti.

In sede di posa in opera si dovranno effettuare le seguenti attività:

prelievo dei campioni, per l'esecuzione di prove di compressione a rottura, che a 48 h e  $20^{\circ}\text{C} \pm 1$ , dovrà risultare  $\geq 5$  Mpa; a 7 giorni, dovrà risultare  $\geq 15$  MPa e del peso specifico.

Verifica della fluidità ad ogni impasto, che mediante il cono di Marsh dovrà essere compresa tra 10 -30 sec.

Essudazione, dovrà essere al massimo essere pari al 2% in volume.

#### **9.2.10.1.2 Resine**

Le resine da impiegare negli ancoraggi con chiodi dovranno essere di marca conosciuta. Il produttore dovrà fornire la seguente documentazione:

- Le istruzioni di dosaggio per le resine epossidiche,
- I tempi di polimerizzazione, con il campo di tolleranza, per le resine poliesteri,
- La certificazione di assenza di emissioni gassose durante i processi di polimerizzazione,

Dovrà inoltre fornire le certificazioni delle seguenti prove sul materiale:

- Misura di viscosità, da effettuarsi con il metodo ASTM D2393/72, con limite di accettabilità compreso tra 300 e 3000 cP a 20C



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Misura del tempo di gel, secondo prova ASTM D2471/71, da eseguirsi nelle condizioni ambientali di impiego della resina. In altre condizioni il tempo di gel potrà essere anche fornito dal produttore in altre condizioni operative, purché determinato secondo le modalità di cui sopra.
- Misura della differenza di peso tra miscela fluida iniziale e miscela indurita, con il valore limite  $\geq 5\%$  del peso iniziale.
- Prove di resistenza a trazione delle resine Indurite in aria ed in acqua su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819/66 (con spessore di 10 mm.).

Tutta la documentazione precedentemente riportata dovrà essere fornita alla DL.

La DL si riserva la facoltà di far eseguire ulteriori prove di controllo dei materiali in esame.

Tali prove sono a cura dell'Appaltatore.

#### **9.2.10.1.3 Malte espansive**

Le malte espansive da impiegare per la solidarizzazione degli ancoraggi nei calcestruzzi e nella roccia, dovranno essere di tipo epossidico, come per esempio la malta epossidica a tre componenti SIKADUR-42 o similari.

Tali malte espansive devono essere esenti da ritiro ed a resistenza colabile, in modo da essere idonee per il fissaggio strutturale di ancoraggi, tirafondi, bulloni, aste, ecc...

Le malte espansive dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- ottima adesione ai materiali da costruzione (calcestruzzo, malta, pietra, legno, laterizio, fibrocemento)
- non contengono solventi
- rapida polimerizzazione esente da ritiro
- elevate resistenze meccaniche alle brevi stagionature
- modulo elastico inferiore al calcestruzzo
- alte resistenze chimiche, a temperatura ambiente, verso agenti chimici quali acidi diluiti, basi, sali e soluzioni saline, acque pure e residue, oli e carburanti
- possono essere utilizzate anche su supporti umidi
- non richiedono l'applicazione preventiva di un primer

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'Appaltatore è tenuto a fornire alla DL tutta la documentazione relativa alle malte espansive prescelte per l'utilizzo e la DL, che provvederà all'eventuale approvazione.

La DL si riserva la facoltà di far eseguire prove di controllo delle malte espansive. Tali prove saranno a cura dell'Appaltatore.

**9.2.10.1.4 Prove di carico su ancoraggi**

Le prove di carico sugli ancoraggi si distinguono in:

- prove di carico a rottura
- prove di carico di collaudo.

Le prove a rottura dovranno essere eseguite su ancoraggi non appartenenti alla struttura da ancorare, ma eseguiti nello stesso sito e con lo stesso sistema di perforazione e di iniezione.

Le prove di carico di collaudo dovranno, di norma essere effettuate su tutti gli ancoraggi attivi realizzati.

Ove previsto dal progetto o richiesto dalla Direzione Lavori, le prove a rottura potranno essere realizzate su "ancoraggi preliminari di prova".

Tali ancoraggi sono definiti preliminari in quanto in base al loro comportamento si procede al dimensionamento definitivo degli ancoraggi da eseguire e si determina la forza di esercizio Nes; le prove eseguite saranno a base del progetto degli ancoraggi.

Gli ancoraggi preliminari di prova debbono essere in ogni caso realizzati dopo l'esecuzione di quelle operazioni (scavi, riporti, mutamenti nel regime idraulico del terreno) che possono influire sulla resistenza della fondazione dell'ancoraggio.

Le prove dovranno essere eseguite da personale specializzato e nel rispetto delle norme di sicurezza. Le apparecchiature da impiegare nella esecuzione delle prove dovranno essere tarate presso un Laboratorio Ufficiale. Gli allungamenti degli ancoraggi sottoposti a prova dovranno essere misurati con riferimento ad un punto fisso esterno alla zona in cui si risentono significativamente le azioni trasmesse dall'ancoraggio stesso. Si richiedono le seguenti precisioni minime:

- per gli allungamenti: 2% dell'allungamento teorico,
- per le forze applicate: 2% della forza limite ultima dell'ancoraggio con riferimento alla prevista aderenza limite bulbo-terreno.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per ciascun ancoraggio sottoposto a prova di carico l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la relativa documentazione completa di tabelle e grafici.

In accordo con le raccomandazioni AICAP, si adotteranno le seguenti definizioni:

**SIMBOLI**

$A_s$  =area della sezione trasversale dell'armatura

$D$  =diametro convenzionale della fondazione

$E_s$ =modulo di elasticità dell'acciaio

$N$  =forza nell'ancoraggio

$N_j$  =forza di tesatura

$N_{es}$  =forza di esercizio

$N_{au}$  =forza limite ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento alla fondazione

$N_{su}$  =forza ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento all'armatura

$N'_{su}$  =forza limite ultima, con riferimento all'armatura, del primo tirante di prova

$N_0$  =forza di allineamento

$N_r$  =forza al termine della fase di prova ad "allungamento costante"

$N_c$  =forza di collaudo

**Prove di carico a rottura**

Le prove di carico a rottura, sono da realizzare su ancoraggi preliminari di prova, per ogni tipo di ancoraggio e per ogni tipo di terreno o sito.

**Prove di rottura sui tiranti**

Le prove di carico sui tiranti saranno di tre tipi, per ciascuno dei quali, sono previste differenti modalità.

La prova sul primo tirante ha lo scopo di determinare la tensione tangenziale limite convenzionale di aderenza tra la fondazione ed il terreno, per cui si prevede una armatura sovradimensionata, ove possibile, oppure una lunghezza di fondazione ridotta, rispetto ai tiranti da eseguire, in modo da raggiungere la forza limite ultima del bulbo, senza superare il limite convenzionale elastico dell'armatura.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il secondo tirante, dimensionato sulla scorta dei dati ricavati dal primo, ha lo scopo di determinare la forza limite ultima della fondazione  $N_{au}$ , ed è, pertanto, uguale ai tiranti da eseguire, ma è dotato della massima armatura compatibile con il diametro di perforazione previsto.

Il terzo tirante ha lo scopo, oltre che di confermare i risultati del secondo, di verificare la forza teorica di utilizzazione  $N_{es}$ , di controllare il comportamento nel tempo e di stabilire i criteri di accettazione per il collaudo dei tiranti da eseguire. Qualora i risultati ottenuti con il terzo tirante non confermassero le valutazioni tratte dal secondo, dovranno essere realizzati altri tiranti di prova; questi ulteriori tiranti sono da considerare in soprannumero rispetto al numero totale dei tiranti di prova stabilito precedentemente.

Per qualsiasi altra indicazione si farà riferimento alle Raccomandazioni AICAP.

***Esecuzione e prova del primo tirante***

L'armatura del primo tirante deve essere di sezione maggiore (o l'acciaio di migliore qualità) rispetto a quella di progetto, in modo tale che la forza limite ultima della fondazione  $N_{au}$  valutata con un primo dimensionamento, possa essere prevedibilmente raggiunta senza superare lo 0,9 del limite convenzionale elastico dell'armatura cementata, operando in modo da non aumentare il diametro della perforazione.

Qualora ciò non risultasse possibile, la prova verrà invece effettuata su un tirante di armatura sempre maggiorata, ove possibile, ma con fondazione di lunghezza ridotta rispetto a quella prevista nel primo dimensionamento in modo da poter raggiungere lo stesso valore di  $N_{au}$  senza superare lo 0.9 del limite convenzionale elastico o di snervamento dell'armatura cementata, con un eventuale aumento della lunghezza libera pari alla riduzione della lunghezza della fondazione onde sperimentare il terreno alla stessa profondità della fondazione del tirante definitivo.

Solo in questo caso la forza limite per i tiranti da realizzare verrà assunta convenzionalmente pari alla forza limite ultima misurata sul tirante di prova, moltiplicata per il rapporto delle lunghezze ( $L_{prog} / L_{prova}$ ).

***9.2.10.1.5 Esecuzione, prova e valutazione primo tirante***

L'armatura del primo tirante deve essere di sezione maggiore (o l'acciaio di migliore qualità) rispetto a quella di progetto, in modo tale che la forza limite ultima della fondazione  $N_{au}$  valutata con un primo dimensionamento, possa essere prevedibilmente raggiunta senza

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

superare lo 0,9 del limite convenzionale elastico dell'armatura cementata, operando in modo da non aumentare il diametro della perforazione.

Qualora ciò non risultasse possibile, la prova verrà invece effettuata su un tirante di armatura sempre maggiorata, ove possibile, ma con fondazione di lunghezza ridotta rispetto a quella prevista nel primo dimensionamento in modo da poter raggiungere lo stesso valore di  $N_{au}$  senza superare lo 0.9 del limite convenzionale elastico o di snervamento dell'armatura cementata, con un eventuale aumento della lunghezza libera pari alla riduzione della lunghezza della fondazione onde sperimentare il terreno alla stessa profondità della fondazione del tirante definitivo.

Solo in questo caso la forza limite per i tiranti da realizzare verrà assunta convenzionalmente pari alla forza limite ultima misurata sul tirante di prova, moltiplicata per il rapporto delle lunghezze ( $L_{prog} / L_{prova}$ ).

#### **9.2.10.1.6 Esecuzione, prova e valutazione secondo tirante**

Il secondo tirante di prova avrà le stesse caratteristiche dei tiranti da eseguire (diametro di perforazione, lunghezza di fondazione, ecc.) con la sola maggiorazione, ove possibile, dell'armatura, che sarà la massima compatibile con il diametro previsto per la perforazione o un'armatura di caratteristiche meccaniche superiori a quelle dei tiranti definitivi.

La prova del secondo tirante comprende le seguenti fasi:

- 1 - tesatura fino ad una forza di allineamento  $N_o$  pari a  $0.1 N'_{su}$  (dove  $N'_{su}$  è la forza al limite caratteristico convenzionale elastico o di snervamento dell'armatura cementata); le misure degli allungamenti hanno inizio dal termine di questa fase.
- 2 - tesatura per incrementi di carico pari a 0,15 di  $N'_{su}$  (ultimo incremento pari a 0.05  $N'_{su}$ ) fino ad una forza massima uguale a 0,9  $N'_{su}$  (Fig.sottostante); per ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un periodo di tempo pari a:
  - 5 minuti per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, con misura dell'allungamento all'inizio ed alla fine di ciascun intervallo;
  - 30 minuti per ancoraggi in terreni coesivi con misura dell'allungamento a 0-2-4-8-15-30 minuti;
  - scarico fino alla forza  $N_o$  in tre stadi, con sosta di 1 minuto per ogni gradino e con misura dell'allungamento residuo.

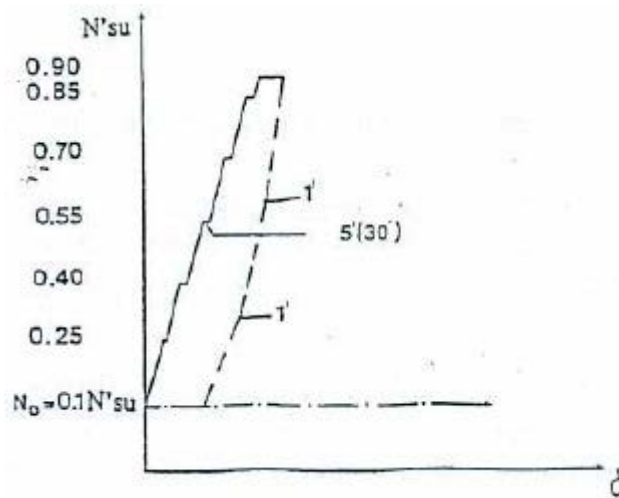
CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Al termine della prova dovrà essere tracciato il diagramma forze-allungamenti.

Per terreni coesivi dovranno essere anche tracciate, in scala semilogaritmica, le curve dell'allungamento in funzione del logaritmo del tempo per tutte le soste a forza costante (Fig. 2a) e l'andamento della pendenza finale  $tg\alpha$  delle predette curve in funzione della forza applicata (Fig. 2b).

Si assume come forza limite ultima del tirante  $N_{au}$ :

- nel caso di roccia o terreno non coesivo: il massimo valore della forza applicata durante la prova anche se non si è raggiunto lo sfilamento del tirante;



- nel caso di terreno coesivo, il valore della forza per cui il diagramma di Fig. 2b presenta una evidente variazione di pendenza; o il massimo valore della forza applicata qualora non sia raggiunta, nel corso della prova, tale situazione.

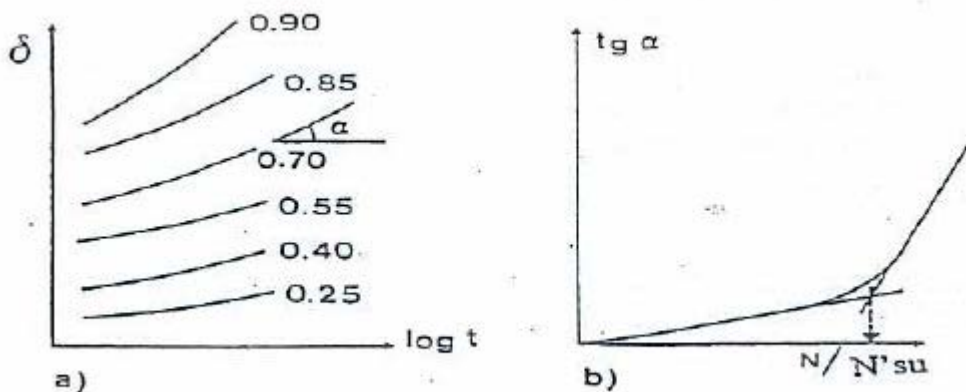


Fig.2

### **9.2.10.2 Esecuzione, prova e valutazione del terzo tirante**

Il terzo tirante di prova deve avere armatura ed ogni altra caratteristica uguale a quelle del tirante da realizzare e lunghezza di fondazione o forza teorica di utilizzazione stabilita in base ai risultati della prova sul secondo tirante.

La prova sul terzo tirante comprende le seguenti fasi (Fig.3):

- a) tesatura fino alla forza di allineamento  $N_0 = 0.1 N_{es}$ ; le misure degli allungamenti hanno inizio dal termine di questa fase;
- b) tesatura fino alla forza di collaudo  $N_e$  pari ad 1,2 volte la forza teorica di utilizzazione  $N_{es}$  per incrementi di 0,1  $N_{es}$  con sosta di 1 minuto ad ogni incremento di carico e misura dell'allungamento finale;
- c) sosta a forza costante per 5 minuti in roccia o terreni non coesivi e 15 minuti per terreni coesivi, con misura dell'allungamento alla fine della sosta;
- d) scarico fino alla forza  $N_0$  in tre stadi, con sosta di 1 minuto per ogni gradino, con misura delle allungamento residuo;
- e) tesatura per incrementi di carico pari a 0,15  $N_{su}$  fino ad una forza massima uguale a  $N_{es}$ ; per ciascun livello di carico la forza dovrà essere mantenuta costante per un periodo di tempo minimo pari a:
  - 5 minuti per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, con misura dell'allungamento all'inizio ed alla fine di ciascun intervallo;
  - 30 minuti per ancoraggi in terreni coesivi con misura dell'allungamento a 0-2-4-8-15-30 minuti;
- f) bloccaggio e sosta alla forza pari a  $N_{es}$  per una durata pari a quella prevista in progetto, comunque non inferiore a 24 ore per rocce o terreni non coesivi e di 72 ore per i terreni coesivi, ad allungamento costante coi misura della forza residua.  
Qualora il sistema di bloccaggio non consenta tale tipo di misura o gli spostamenti della testata siano tali da falsare le misure stesse, la sosta andrà effettuata mantenendo costante la forza al valore sopra indicato misurando l'allungamento finale;
- g) scarico fino a  $N_0$  come al punto d).Al termine di questa fase viene tracciato il diagramma forze-allungamenti.

Per terreni coesivi vengono anche tracciate, in scala semilogaritmica, le curve

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dell'allungamento in funzione del logaritmo del tempo per tutte le soste a forza costante (Fig. 4a) e l'andamento della pendenza finale  $tg\alpha$  delle predette curve in funzione della forza applicata (Fig. 4b);

h) esecuzione di un numero arbitrario di cicli di carico e scarico; aventi come base la forza  $N_0$ , con incremento del carico ad ogni ciclo fino ad un valore pari a  $0,9 N_{su}$  sosta per ciascun ciclo pari a 5 minuti in terreni non coesivi o rocce e di 15 minuti in terreni coesivi. Per ciascun ciclo vengono misurati gli allungamenti corrispondenti a ogni tappa del percorso di carico.

Al termine di questa fase viene costruito il relativo diagramma forze-deformazioni, (tale prova può essere condotta a forza costante o ad allungamento costante).

La lunghezza della fondazione e la forza teorica di utilizzazione assunte sono comunque valide se:

1 - i risultati sono congruenti con quelli ricavati nella prova del secondo tirante;

2 - la lunghezza libera teorica  $l_t$  e la lunghezza libera effettiva  $l_L$  del tirante verificano le seguenti condizioni:  $0.9 l_t \leq l_L \leq l_t + 0.5 l_t$

3 - La lunghezza  $l_L$  si calcola in prima approssimazione con la relazione:

$$l_L = \frac{\Delta l \cdot A_s E_s}{N - N_0}$$

dove:

$A_s$  = area della sezione di armatura;

$E_s$  = modulo di elasticità dell'acciaio di armatura;

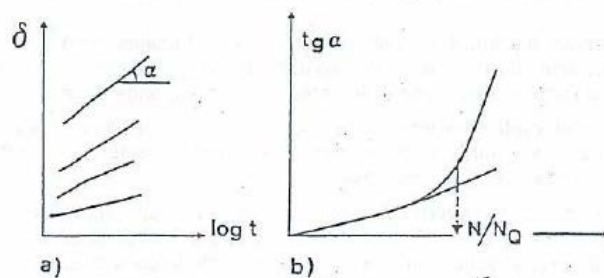
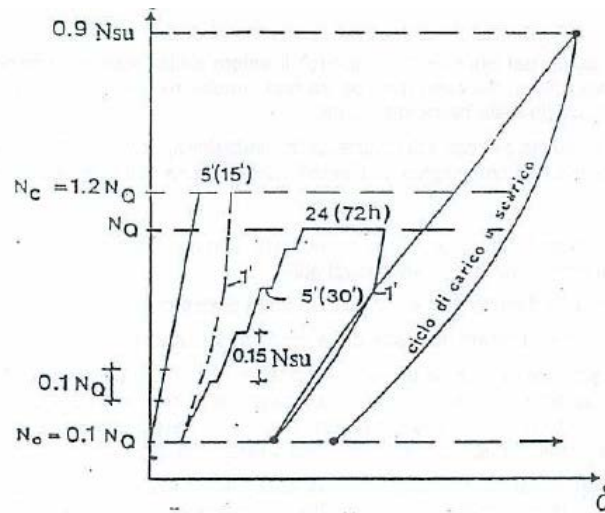
$\Delta l$  = allungamento elastico misurato.

4 - la variazione dell'allungamento registrata nella fase f) sia inferiore (nei primi 30 minuti) al 5% dell'allungamento teorico relativo allo stesso valore di forza;

5 - l'andamento dei valori degli allungamenti nel tempo, durante la fase f), deve tendere rapidamente ad un asintoto orizzontale.

Se anche una sola delle predette condizioni non risulta soddisfatta, occorre procedere alla realizzazione di un nuovo tirante di prova con lunghezza di fondazione maggiore o con forza teorica di utilizzazione minore, da sottoporre alle stesse modalità di prova del terzo tirante. La procedura verrà ripetuta finché non risultano soddisfatte tutte le predette condizioni.





### **Prove di rottura su barre e bulloni**

Per bulloni con ancoraggio ad espansione meccanica, la prova dovrà essere eseguita tesando il bullone con velocità costante, pari a quella prevista per la tesatura dei bulloni da realizzare, e rilevando la forza corrispondente alla rottura della fondazione e, nel caso che tale rottura non si verifichi, spingendo la prova fino a raggiungere lo snervamento dell'armatura (limite allo 0.2%).

Quale forza ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione o, nel caso tale rottura non si verifichi, il valore della forza corrispondente al limite allo 0.2% dell'acciaio della barra impiegata.

Nel caso di bulloni con ancoraggio con cementazione, le prove dovranno essere eseguite su bulloni con lunghezza di fondazione pari a 0.85 volte la lunghezza prevista nel primo dimensionamento. La prova si effettuerà con le stesse modalità previste nel caso precedente.

Quale forza limite ultima del bullone si assumerà il valore della forza corrispondente alla rottura della fondazione diviso per 0.85 o, nel caso tale rottura non si determini, il valore della forza corrispondente al limite allo 0.2% dell'acciaio della barra impiegata.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il carico limite viene definito nel caso di rottura della fondazione, come il valore medio delle forze limiti di rottura di almeno 5 prove di ancoraggio, nell'ambito dello stessa tratta omogenea di ammasso roccioso.

#### Prove di collaudo

Salvo diverse prescrizioni da concordare comunque con la Direzione Lavori, le prove di collaudo saranno eseguite di norma su tutti gli ancoraggi attivi.

La forza di collaudo  $N_e$  è definita pari a 1.2 volte la forza di esercizio.

Le prove di collaudo costituiscono una fase delle procedure di messa in tensione degli ancoraggi attivi.

Per ancoraggi temporanei in barre e bulloni a lunghezza libera con una forza di esercizio non superiore ai 200 kN, la verifica della messa in opera, è sufficiente la messa in tensione, e verificare che dopo un tempo di attesa di 5 minuti, l'allungamento non deve superare il 2% della lunghezza libera dell'ancoraggio e la perdita di tensione non deve superare il 2% della tensione di prova.

Nel caso di ancoraggi sigillati su tutta la lunghezza, la loro corretta messa in opera è controllata mediante le prove a rottura, con le stesse modalità e frequenza precedentemente riportate.

### **9.2.11 Rivestimenti di prima e seconda fase**

#### **9.2.11.1 Rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio proiettato con rete elettrosaldata**

Il rivestimento di prima fase delle pareti di scavo di gallerie sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato, con idonee macchine spruzzatrici, negli spessori indicati in progetto. Si dovrà curare in particolare l'aderenza del getto alle pareti dello scavo, onde evitare vuoti a tergo del getto.

Per eventuali vuoti conseguenti ad irregolarità della sezione di scavo, l'Appaltatore dovrà procedere riempiendo, a sua cura e spese, con conglomerato cementizio spruzzato, dato anche a più strati ed armato con rete di acciaio elettrosaldato.

Nel caso invece di caverne naturali non previste negli elaborati progettuali o di cavità causate da cedimenti o frammenti non imputabili, a giudizio insindacabile della Direzione

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Lavori, a negligenza dell'Appaltatore, si potrà proporre alla Committente la contabilizzazione dei riempimenti di conglomerato o di murature di bloccaggio o di iniezione d'intasamento.

La proiezione dovrà avvenire ad umido cioè con procedimento in cui la pompa spinge la miscela composta da aggregati, cemento, acqua senza accelerante, in sospensione in un getto d'aria compressa nel condotto, ovvero per mezzo di una pompa a pistoncini, mentre l'accelerante viene introdotto e mescolato nella lancia.

Il dosaggio dell'accelerante dovrà avvenire esclusivamente a mezzo di dosatori sincronizzati con la pompa e regolati con il flusso di miscela cementizia in modo da mantenere sempre costante il dosaggio di additivo.

Gli acceleranti non dovranno influire negativamente:

- sulla sicurezza dell'ambiente di lavoro e non essere inquinanti per l'ambiente naturale;
- sull'intasamento dei dreni;
- sulle caratteristiche del cemento impiegato.

Per ciascun additivo dovrà essere disponibile una scheda tecnica e una scheda di sicurezza, quest'ultima redatta in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE 91/155.

La distanza fra la lancia e la superficie da trattare è funzione della velocità di uscita della miscela da proiettare; in generale questa distanza dovrà essere compresa tra 0,50 e 1,50 m.

Il numero di passate per ottenere lo spessore previsto sarà il più basso possibile in relazione alla tecnica di proiezione prevista e dal tipo di accelerante impiegato.

Tutte le venute d'acqua concentrate dovranno essere regimate e canalizzate superficialmente per evitare sottopressioni sulla superficie trattata e danneggiamenti al conglomerato proiettato.

La distanza fra l'armatura e la parete da rivestire dovrà essere rigorosamente compresa fra 2 e 5 centimetri.

La superficie in vista del conglomerato cementizio, sulla quale sarà applicata l'eventuale impermeabilizzazione, dovrà presentarsi regolare, priva di asperità e di ferri sporgenti.

Eventuali irregolarità, che a giudizio insindacabile della Direzione Lavori potrebbero danneggiare l'impermeabilizzazione, dovranno essere conguagliate a cura e spese dell'Appaltatore mediante apporto di conglomerato cementizio.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I ferri eventualmente sporgenti dal rivestimento dovranno essere accuratamente ripiegati e inglobati nel conglomerato.

La composizione del conglomerato dovrà essere sottoposta dall'Appaltatore alla preventiva approvazione della Direzione Lavori con particolare riguardo al dosaggio dei componenti ed alle modalità della miscelazione.

Il dosaggio dei componenti dovrà essere fatto a peso in idonei impianti.

La qualifica preliminare del conglomerato cementizio, i controlli della resistenza del conglomerato, le prove sui materiali e sul conglomerato fresco, dovranno essere effettuati con l'osservanza di quanto disposto alla sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il calcestruzzo proiettato sarà confezionato secondo le prescrizioni della UNI 8520/2 con impiego di aggregati di appropriata granulometria continua e di dimensioni non superiori a 12 mm, tali da poter essere proiettati a umido con le normali attrezzature da "spritz"; il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,5 e sarà regolato in modo da dare alla miscela una consistenza plastica adatta ad ottenere calcestruzzo di buona qualità.

La curva granulometrica dovrà presentare un andamento continuo, senza picchi né salti.

Per applicazioni sulla volta, le miscele dovranno essere scelte verso la parte fine della curva granulometrica, verso il centro per la parte verticale e verso la parte più grossa per i lavori nella controvolta.

Le caratteristiche e le proprietà del calcestruzzo proiettato fanno riferimento alla normativa italiana UNI 10834.

Per conseguire fluidità, coesione e rapidità di presa, senza compromettere le caratteristiche di resistenza del conglomerato, dovrà essere impiegato cemento ad alta resistenza dosato in ragione di almeno  $350 \text{ kg/m}^3$  di impasto per cls spruzzati a secco e di  $425 \text{ kg/m}^3$  per cls spruzzati per via umida. Dovrà inoltre rispondere alle prescrizioni della ENV 197/1 con l'adozione di additivi ad azione fluidificante ed accelerante di presa, compatibili con il cemento impiegato.

Gli additivi del calcestruzzo devono corrispondere alle prescrizioni UNI 7101. In particolare gli acceleranti di presa, da impiegare con dosaggio non superiore al 12 % sul peso del cemento, non dovranno provocare riduzioni di resistenza nel tempo in misura superiore al 25% dei valori di resistenza misurati su calcestruzzo non additivato da accelerante. Gli acceleranti di presa dovranno essere compatibili con il cemento impiegato e non essere

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

nocivi alle armature, nè alle reazioni di idratazione del cemento e dovrà essere data dimostrazione della loro efficacia ai fini della durabilità del conglomerato proiettato.

In particolari condizioni la Direzione Lavori potrà autorizzare l'Appaltatore ad impiegare, a sua cura e spese, additivi ritardanti di presa allo scopo di prolungare la lavorabilità del conglomerato.

In questi casi lo stesso Appaltatore, sempre a sua cura e spese, dovrà impiegare additivi acceleranti al momento del getto del conglomerato per annullare l'effetto ritardante.

Il conglomerato dovrà presentare un resistenza di Rck minima di 35/45 (CP 40 secondo UNI 10834) e presentare comunque le caratteristiche indicate dal progettista.

Tali resistenze saranno determinate mediante l'uso di appositi pannelli confezionati e cassaforme, collocate su una parete inclinata di 10°-20° tali da realizzare tasselli di prova, di dimensioni 60 cm \* 60 cm, e di 15 cm di spessore ottenuti proiettando ortogonalmente a questa il conglomerato.

Tali pannelli dovranno fornire 6-8 provini di conglomerato con rapporto altezza/diametro pari a  $h/d = 1$  ed altezza pari a 10 cm.

Oltre alle prove suddette in ogni caso dovranno essere prelevate direttamente dalla parete carote di conglomerato cementizio proiettato in opera sulle quali determinare il peso specifico e la resistenza a compressione monoassiale.

La media dei valori del peso specifico, ricavati in sito non dovrà essere inferiore al 98% dei valori dichiarati nello studio preliminare di qualificazione.

Le prove ed i controlli saranno effettuati secondo quanto previsto dalla Normativa vigente, UNI 10834.

Lo sfrido complessivo del calcestruzzo proiettato non dovrà essere superiore al 10 % del volume posto in opera.

In caso contrario, l'Appaltatore non è tenuto a chiedere indennizzo alcuno per sfridi superiori.

Il rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, in relazione alle previsioni di progetto, potrà essere armato con rete in barre di acciaio a maglie elettrosaldate.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La rete di armatura, posta in opera preliminarmente ed inglobata nel conglomerato in fase di proiezione, dovrà essere conforme alle prescrizioni di cui al relativo punto del presente Capitolato.

Ove la geometria dello scavo lo consentisse, le reti elettrosaldate potranno essere opportunamente presagomate ed opportunamente ancorate alle centine.

Dovrà essere particolarmente curato il fissaggio delle armature, con almeno 2 chiodi/m<sup>2</sup>, su un primo strato di conglomerato proiettato dello spessore di almeno 2-3 centimetri, per evitare movimenti o distacchi durante la successiva proiezione.

Successivamente, verrà realizzato il completamento dello strato di conglomerato proiettato, sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Per evitare movimenti e distacchi durante la proiezione del conglomerato, si dovrà usare in modo particolare il fissaggio delle armature.

#### **9.2.11.2 Rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche**

Il rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato con fibre sintetiche sarà eseguito con conglomerato cementizio spruzzato con idonee macchine spruzzatrici, di cui al punto 9.2.11.1.

Per le prescrizioni e gli oneri di una corretta posa in opera valgono le indicazioni precedentemente riportate nel relativo paragrafo del presente Capitolato, riguardante Il calcestruzzo proiettato.

Per fibre sintetiche per la confezione di conglomerato deve intendersi fibre provenienti da miscela di fibre di un copolimero poliioleifinico e di una fibra fibrillata di polipropilene avente:

Peso specifico 0,91 kg/dm<sup>3</sup>

Lunghezza 54 mm

Diametro equivalente 0,48 mm

Rapporto lunghezza – diametro 113

Resistenza a trazione > 620 M.p.a

Resistenza agli acidi, alle basi e ai sali totale

Conformità ASTM C - 1116

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La quantità di fibre sintetiche da impiegare per l'armatura del conglomerato cementizio spruzzato dovrà essere tale da garantire un valore di energia assorbita da prove di punzonamento su piastre dosate allo 0,5% su volume pari a 4,50 kg/mc,  $E > 500$  Joule; le fibre dovranno essere fornite sciolte, dovranno essere incorporate nel conglomerato in fase di impasto, avendo cura che la loro immissione effettuata direttamente con gli inerti, garantisca una dispersione omogenea con l'ulteriore miscelazione durante l'impasto.

In corso d'opera la Direzione Lavori procederà al controllo della quantità di fibra immessa mediante prelievo alla bocca della betoniera di tre campioni di conglomerato di volume predeterminato da cui estrarre le fibre riportandone il peso effettivo a quello teorico.

Il contenuto di fibre nella miscela dovrà essere determinato dalla media dei valori ricavati sui tre campioni, mediante separazione per lavaggio.

Nel caso si verifichi uno scostamento medio rispetto al quantitativo teorico in meno, non superiore al 10%, verrà applicata una penale; qualora lo scostamento fosse superiore al 10% il conglomerato sarà considerato non rinforzato.

Le caratteristiche del conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato, dovranno essere verificate attraverso le seguenti prove:

- resistenza a compressione monoassiale;
- prova di assorbimento di energia.

Per quanto riguarda le prove di compressione monoassiale si ritiene valido quanto già riportato nel relativo paragrafo del presente Capitolato ed al quale si rimanda, valido per il conglomerato cementizio non armato.

La prova di assorbimento di energia dovrà essere condotta in fase preliminare e nella fase di controllo, su una piastra quadrata di dimensioni 60\*60\*10 cm, ricavata da un pannello di conglomerato cementizio proiettato messo in opera su una parete verticale.

Dopo una maturazione di 28 giorni la suddetta piastra viene poggiata su di un supporto metallico quadrato tale da avere una luce libera di 50\*50 cm, con la superficie di proiezione rivolta verso il basso, e caricata centralmente da un punzone avente superficie di impronta quadrata pari 100 cm<sup>2</sup>, con una velocità di deformazione pari a 1,5 mm/min.

Durante la fase di carico verranno registrate le coppie dei valori sforzo-deformazione fino al raggiungimento di una deformazione di 25 mm.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

A tale deformazione arrestare la prova, asportare il provino e fotografarlo.

L'energia assorbita In quel momento dovrà risultare non inferiore a 500 Joule (Nmm).

La prova di assorbimento di energia oltre che nella fase preliminare di studio della miscela, dovrà essere eseguita anche per il calcestruzzo proiettato posto in opera.

### **9.2.11.3 Rivestimento di seconda fase in conglomerato cementizio gettato in opera**

Nei tratti in cui la galleria viene scavata con tecnica tradizionale il rivestimento di seconda fase sarà costituito da conglomerato cementizio gettato in opera. Le norme generali di cui ai capitoli precedenti, per i calcestruzzi ordinari od armati, valgono anche per le murature ed i getti in sotterraneo, con l'aggiunta delle prescrizioni che seguono.

L'Impresa non eseguirà alcun getto prima che la Direzione Lavori abbia effettuato, man mano che lo scavo progredisce, i controlli e le verifiche necessari per poter confermare o variare i tipi e gli spessori dei rivestimenti previsti in progetto.

Analoga facoltà è riservata alla Direzione Lavori per quanto concerne le eventuali centine da annegare nello spessore dei calcestruzzi di rivestimento in relazione alla natura e caratteristiche della formazione geologica da attraversare.

La Direzione Lavori ha facoltà di ordinare tempestivamente che nelle strutture di rivestimento vengano realizzati nel loro spessore ed in qualunque direzione, durante la loro esecuzione, fori, canalette, tracce, nicchie restando inteso che il relativo onere è compensato nei prezzi unitari dei getti o delle murature di rivestimento.

Nel getto dei calcestruzzi verrà curata con scrupolo la ripresa di getti precedenti e la salvaguardia dei teli di impermeabilizzazione.

La superficie interna dei getti di rivestimento risulterà perfettamente regolare, senza risalti all'attacco di un getto con quelli adiacenti, senza gobbosità, incavi, cavernosità, sbavature od irregolarità di sorta, tali comunque da "non richiedere alcun tipo di intonaco" né tanto meno spianamenti, abbozzi e rinzaffi.

Le casseforme ed il manto della volta verranno predisposti a questo fine.

Per i getti da eseguire in presenza di acqua, l'Impresa, a sua cura e spese, adotterà accorgimenti adeguati per captare le acque e drenarle, in modo da evitare il dilavamento dei calcestruzzi e delle malte, oppure il formarsi di pressioni dannose a tergo dei rivestimenti.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le serraglie in chiave e le incassature fra i piedritti e calotte vanno realizzate con cura scrupolosa e costante, affinché il calcestruzzo colmi l'intera sezione.

**9.2.11.4 Rivestimento in conci prefabbricati**

Questo tipo di rivestimento verrà utilizzato nei tratti di galleria scavato con TBM.

L'anello a conci prefabbricati dovrà essere realizzato e posto in opera con tutti gli accorgimenti previsti.

L'impresa dovrà provvedere alla redazione del progetto dettagliato dell'anello verificando sia gli aspetti strutturali che la congruenza con l'andamento plano-altimetrico previsto per la galleria.

E' inteso che le verifiche strutturali sono a carico dell'Impresa e riguarderanno tutte le condizioni di carico alle quali i conci e l'anello si troveranno assoggettati sia nella fase provvisoria di scasso, movimentazione, stoccaggio, montaggio, spinta di martinetti sia nella fase ordinaria che in fase di eventuale sblocco dello scudo, ecc., che in fase di esercizio.

Le tolleranze di costruzione ammesse rispetto alle dimensioni teoriche previste saranno al massimo pari a 1 mm (in più o in meno).

Il calcestruzzo dovrà avere caratteristiche tali da ottenere una classe di resistenza, in accordo alla norma UNI EN 206-1:2006 C45/55, classe di esposizione XF1/XC3, classe di consistenza S3 e contenuto di cloruri Cl 0.20.

E' prescritto un accurato controllo della disposizione dei ferri di armatura e dello spessore minimo di ricoprimento che dovrà essere tale da ottenere una resistenza al fuoco ( in accordo al DM 28 ottobre 2005 – punto 1.2.1 con curva incendio UNI-11076) minima R120.

Nel caso in cui i margini di sicurezza derivanti dal calcolo secondo normativa risultassero inferiori a 1.1 l'elemento prefabbricato dovrà essere additivato con fibre di polipropilene e fibra di vetro per limitare i problemi di placaggio che ridurrebbero le capacità locali di resistenza al fuoco. Dovrà essere data esplicita visione della verifica e delle soluzioni adottate.

La superficie di intradosso avrà la finitura da cassero metallico mentre quella da estradosso dovrà essere staggiata.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

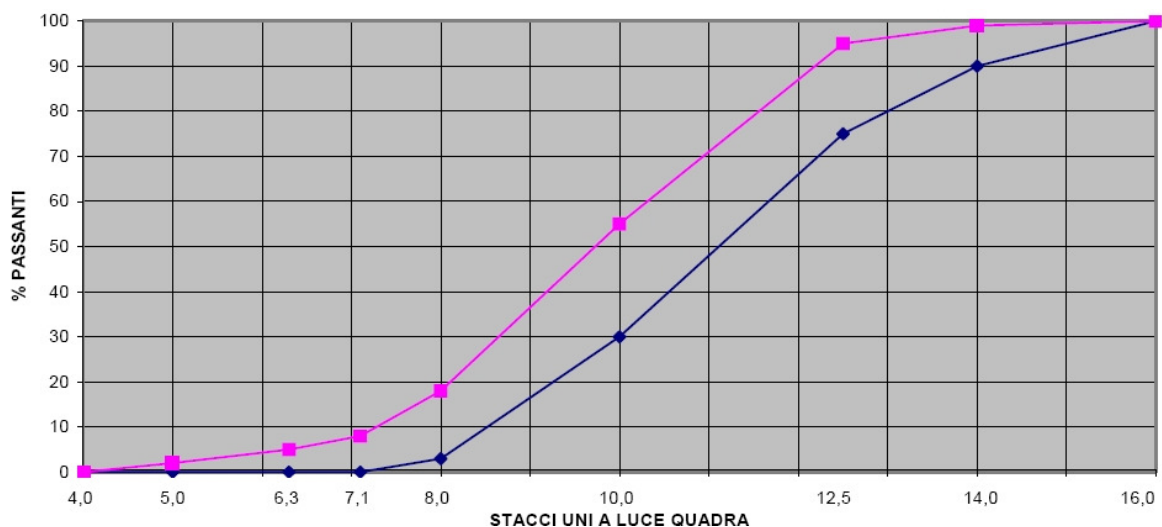
Il rivestimento a conci sarà posto in opera all'interno dello scudo (ove previsto) posteriore mediante il dispositivo erettore.

L'intasamento tra l'estradosso dell'anello e la superficie di scavo avverrà nella parte inferiore, per una stesa di circa 90/100°simmetrica rispetto all'asse verticale dello scavo, tramite malta di cemento a presa rapida, dosata a 600 kg di cemento per metro cubo di sabbia.

Nella rimanente parte l'intasamento avverrà con ghiaio monogranulare da 6 mm o con materiale deformabile a seconda della reazione dell'ammasso allo scavo. In quest'ultima zona dovrà essere eseguita l'iniezione con boiaccia cementizia avente rapporto a/c <1.0. I prodotti saranno iniettati mediante appositi iniettori e/o pompe ed il relativo costo è incluso.

Il materiale deformabile sarà costituito da argilla espansa tipo "Leca" avente le seguenti caratteristiche:

classe granulometria: 8-14



massa volumica del materiale in mucchio:  $\gamma = 320 \text{ kg/m}^3 \pm 15\%$

resistenza dei granuli alla frantumazione  $\sigma \geq 0.8 \text{ N/mm}^2$

assorbimento di acqua dopo 30min di immersione  $\text{cimb} > 15\%$

reazione al fuoco (D.M. 10/03/2005) classe A1 (incombustibile)

In accordo alle prescrizioni per la progettazione esecutiva riportate all'interno delle Norme Generali d'Appalto, una serie di conci dovranno essere strumentati con misuratori di tensione posti sull'armatura di intradosso e di estradosso. Inoltre ogni circa 100 m dovranno essere predisposte ed inghisate all'interno dell'ammasso roccioso, attraverso appositi fori

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

sul rivestimento, delle barre opportunamente filettate per l'installazione di target per la misura topografica degli spostamenti dell'ammasso a tergo del rivestimento. L'installazione delle barre dovrà essere fatta all'esterno dello scudo, l'ubicazione dovrà essere proposta dall'Impresa sulla base delle possibilità di lettura dei target a battuta. A misura effettuata i target vanno rimossi e ripristinati ogni qualvolta si effettuino le misure, fino al termine fissato per le misurazioni.

A distanza e tempo opportuno dovrà essere prevista l'iniezione di intasamento dei vuoti del materiale utilizzato come riempimento (ghiaio monogranulare o argilla espansa o simile) tramite boiacca cementizia avente le caratteristiche tecniche riportate sul "Disciplinare Prestazionale".

L'intasamento con boiacca cementizia sarà subordinato alla condizione idrogeologica locale; ovvero è possibile che localmente venga non richiesto l'intasamento per ragioni legate al convogliamento delle acque di drenaggio.

I prodotti citati andranno iniettati con appositi iniettori e/o ponte ed il relativo costo è incluso nei termini previsti dalla voce del prezziario.

Come accessori obbligatori dell'anello strutturale vanno considerati tutti gli elementi necessari ad ottenere l'anello perfettamente stabile, in fase di montaggio ed in esercizio, impermeabile, connesso longitudinalmente e trasversalmente. In particolare vanno previsti:

- le guarnizioni a tenuta idraulica come riportate nei documenti tecnici, opportunamente incollate ai conci;
- i sistemi di bloccaggio longitudinali tipo "bi-block" o tipo d'acciaio e relativi inserti inglobati nei conci;
- connettori trasversali di acciaio;
- barra guida per l'anello;
- inserti per il sollevamento;
- cuscinetti ammortizzatori in sughero o catrame o altro materiale avente stesse caratteristiche;
- e tutti gli accessori per una messa in opera in sicurezza ed a regola d'arte.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Da considerare che l'Impresa è responsabile dei difetti (sbeccature, fessurazioni e qualsiasi difetto strutturale) degli anelli, così come è responsabile della tenuta idraulica per l'esercizio degli stessi.

Per entrambe le situazioni, in caso di difetti e non perfetta esecuzione, l'Impresa deve provvedere al ripristino delle condizioni teoriche previste in progetto. Il progetto come tale deve contenere anche un piano relativo a tali ripristini.

I controlli sui conci prefabbricati saranno esperiti nel rispetto delle norme di cui al D.Lgs 81/08 e le connesse normative che prevedono le prove da eseguirsi in stabilimento o direttamente dall'impresa.

Tutte le operazioni saranno eseguite attraverso apposita attrezzatura posta nel back up della TBM in modo tale da ottenere la sezione strutturale completa della galleria al passaggio di quest'ultimo.

### **9.2.12 Casseforme**

Premesse le responsabilità dell'Appaltatore, per quanto attiene alla conformità delle attrezzature da impiegare per la realizzazione del progetto nonché per l'uso di tutti i prodotti idonei alle corrette operazioni di disarmo, si prescrive quanto segue:

Casseforme per il contenimento del getto di conglomerato cementizio di rivestimento delle gallerie:

- dovranno essere impiegate casseforme metalliche montate su carro portaforme, munite di sistema di movimentazione idraulico;
- la struttura dovrà essere opportunamente irrigidita e controventata, dimensionata per non subire deformazioni sotto carico, con la superficie a contatto del conglomerato liscia e conforme alla generatrice di progetto, tale da assicurare ai getti una rifinitura perfettamente regolare.

### **9.2.13 Esaurimento d'acqua**

Gli eventuali esaurimenti d'acqua necessari per l'esecuzione del lavoro sia di scavo che di rivestimento, qualunque sia la provenienza ed il volume delle acque, verranno effettuati a cura e spese dell'Impresa con mezzi atti ad evitare ogni intralcio al normale svolgimento dei lavori ed ogni danno alle opere in costruzione.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Inoltre l'Impresa dovrà provvedere affinché tutte le acque di infiltrazione e le sorgenti incontrate nella escavazione della galleria siano convenientemente raccolte dietro le murature di rivestimento della calotta e dei piedritti e condotte nelle cunette laterali od in apposito cunicolo sottostante l'eventuale arco rovescio opportunamente predisposto a spese dell'Impresa. Quando la Direzione Lavori lo riterrà opportuno, allo scopo di agevolare la captazione e lo scolo di eventuali acque di infiltrazione potrà ordinare la esecuzione del rivestimento per campioni di circa 8 metri lasciando intervalli di ampiezza adeguata da rivestire in un secondo tempo e/o l'esecuzione di fori o cunicoli drenanti.

Tutti gli oneri relativi alla regolazione delle acque di cui al precedente comma, nonché tutte le prestazioni di persone e mezzi d'opera allo scopo occorrenti, sono compresi nei prezzi degli scavi. L'Impresa è tenuta a segnalare tempestivamente ogni venuta d'acqua di qualsiasi portata che si manifestasse in galleria ed a prelevarne i campioni su cui verranno, a cura della Direzione Lavori e a spese dell'Impresa, eseguite le prove per accertare la sua eventuale aggressività.

#### **9.2.14 Drenaggi**

Con il termine "drenaggi" si intendono tutte le tecnologie esecutive atte alla captazione, emungimento, raccolta e allontanamento delle acque circolanti immediatamente a tergo dei rivestimenti ovvero nei terreni circostanti la galleria.

Si distinguono le seguenti tipologie principali di drenaggio:

- canaletto al piede dell'impermeabilizzazione collegate mediante raccordi alle cunette centrali di raccolta della galleria;
- tubi drenanti microfessurati che si estendono nei terreni a tergo del rivestimento. Le prescrizioni di cui ai successivi punti sono riferite alle gallerie naturali, ma sono comunque applicabili, con le precisazioni di cui in appresso, anche alle gallerie artificiali ed ai sottovia scatolari.

Nel caso di gallerie artificiali eseguite con scavo dall'alto il drenaggio avverrà tramite uno strato di materiale arido drenante posizionato all'esterno della galleria, alla quota di base del piedritto. Nel caso di sottovia scatolari si disporrà una tubazione in PVC in corrispondenza della platea di fondo. In tale modo le acque percolanti attraverso il materiale drenante, utilizzato per il riempimento, saranno convogliate nel tubo in PVC e trasportate all'esterno.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel caso di gallerie artificiali eseguite con paratie, se necessario, si procederà al drenaggio delle acque mediante l'adozione di microdreni con tubazioni in PVC microfessurate rivestite da tessuto non tessuto.

Le acque drenate saranno convogliate nelle canalette installate al di sotto del piano stradale della galleria e smaltite, con idonea pendenza, all'esterno.

**9.2.14.1 Canalette di raccolta**

Al piede dell'impermeabilizzazione sarà realizzata, mediante canaletta in PVC microfessurata superiormente, una condotta di raccolta delle acque drenate; secondo le indicazioni di progetto saranno disposte delle condotte, dotate di pozzetti per l'ispezione e la manutenzione, per collegare le canalette con le cunette centrali della galleria.

Particolare cura andrà posta in fase esecutiva per assicurare il corretto andamento plano-altimetrico dei tubi di drenaggio e la loro funzionalità.

Le canalette e i tubi per il drenaggio e l'allontanamento sulle acque saranno in PVC con le caratteristiche indicate nel progetto ed avranno diametro esterno non inferiore a 100 mm e spessore non inferiore a 3 mm.

I tubi di cloruro di polivinile non plastificato dovranno corrispondere per generalità tipi, caratteristiche e metodi di prova alle norme UNI N°4464 e 4465; la Direzione Lavori potrà richiedere di far sottoporre a prove, presso laboratori qualificati e riconosciuti, dei campioni di tubo per accertare o meno la loro rispondenza alle citate norme.

La miscela cementizia da impiegare per l'allettamento e fissaggio delle tubazioni sarà costituita da sabbia e cemento normale tipo 3,25, ed arricchita di idrofugo nelle proporzioni necessarie in relazione al grado di umidità della superficie da impermeabilizzare.

**9.2.14.2 Tubi drenanti microfessurati**

Le perforazioni per i drenaggi, comunque inclinate ed in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza d'acqua di qualsiasi entità e pressione, saranno eseguite a distruzione di nucleo con sonde a rotazione o rotopercolazione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, il foro potrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

Si deve assicurare, in fase di perforazione, la perfetta tenuta a boccaforo, predisponendo eventualmente, sul fronte di avanzamento, in corrispondenza all'asse di ciascuna

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

perforazione, un raccordo tubolare munito di un premistoppa interno, al quale si accoppia, a tenuta, il tubo di perforazione e di una bocca di deflusso esterna, onde consentire il refluisce controllato del materiale di spurgo in fase di perforazione.

I raccordi tubolari dovranno essere rigidamente fissati al tampone in calcestruzzo proiettato preventivamente realizzato sul fronte.

Tali attrezzature devono avere caratteristiche tali da impedire che, nella fase di scavo e nelle successive fasi di posa in opera del tubo drenante all'interno dell'eventuale rivestimento e di estrazione di quest'ultimo dal terreno, possano verificarsi refluisce incontrollati di acqua e/o particelle di terreno all'interno dell'eventuale tubo di rivestimento.

Prima di procedere alla posa in opera, l'Appaltatore dovrà eseguire una accurata pulizia del foro con getto d'aria a pressione e il lavaggio con getto d'acqua a pressione.

Le perforazioni avranno diametro adeguato alla lunghezza e tale da consentire l'infilaggio dei tubi microfessurati, e comunque non inferiore a 100 mm. Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza dell'acqua lo richiedesse, le pareti del foro dovranno essere sostenute mediante idonee tubazioni durante la perforazione e nelle fasi successive.

Successivamente alla pulizia del foro, nello stesso verrà inserito un tubo microfessurato in PVC rivestito esternamente con una calza di geotessile.

Il tubo microfessurato sarà in PVC rigido con unioni a manicotti, ed avrà diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore non inferiore a 4 mm.

Nel caso in cui vengano realizzati per l'allontanamento dell'acqua dal fronte di scavo, la loro disposizione e la loro orientazione dovranno essere tali da operare effettivamente tale allontanamento.

La loro lunghezza dovrà essere almeno pari al diametro dello scavo e non superiore a 2.5 volte il diametro stesso, con sovrapposizione longitudinale di 10 m.

Nel caso in cui le pressioni dell'acqua risultino elevate dovranno essere utilizzati dei dispositivi che impediscono la fuoriuscita di acqua prima dell'inserimento del tubo drenante.

In questa situazione si opera posando prima un tubo di attesa di diametro superiore, su cui si collegherà un "preventer" atto a controllare il fluido di spurgo della perforazione in modo da evitare l'innescare di fenomeni di sifonamento e tale da permettere la chiusura rapida del foro.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In tal caso la perforazione sarà fatta con rivestimento, per impedire la chiusura del foro e con punta a perdere.

Finita la perforazione, si inserirà all'interno del rivestimento un tubo drenante microfessurato.

Successivamente, si recupererà il tubo di rivestimento del foro, per una lunghezza pari a quella del tratto attivo di dreno, più la lunghezza del sacco otturatore, in modo che questo risulti direttamente a contatto con le pareti del foro.

Tale sacco verrà quindi gonfiato, tramite iniezione a pressione controllata dalla relativa valvola, tramite doppio otturatore inserito da bocca foro all'interno del tubo drenante.

Raggiunta la pressione di alcuni bar, questa dovrà essere mantenuta per un congruo intervallo di tempo, per verificare l'avvenuto gonfiaggio del sacco.

Nel caso di calo di pressione, si procederà con successive iniezioni, fino al raggiungimento della pressione prestabilita.

Non appena la malta ha fatto presa nel sacco otturatore, si procederà all'estrazione del tubo di rivestimento per la rimanente lunghezza, pari a quella del tratto cieco, e immediata esecuzione, sempre mediante doppio otturatore, dell'iniezione, dell'iniezione di intasamento di tale tratto a partire dalla valvola superiore.

L'avvenuto abbattimento delle pressioni neutre dovrà essere verificato con piezometri installati in posizione opportuna e periodicamente misurati, il tutto a spese e cura dell'Appaltatore.

Tali interventi di drenaggio potranno rimanere attivi anche a lungo termine in fase di esercizio, per cui si dovrà provvedere a raccogliere mediante un apposito collettore le venute di acqua captate dai dreni, onde evitare che queste possano disperdersi in galleria, causando nocive infiltrazioni che potrebbero ammalorare le opere di rivestimento definitivo.

### **9.2.15 Impermeabilizzazione di gallerie**

Si definiscono impermeabilizzazioni tutte le attività ed interventi atti a proteggere i rivestimenti delle gallerie dalle venute di acqua dalle pareti dello scavo.

Si dovranno impermeabilizzare le pareti della galleria secondo le indicazioni di progetto e ogni qualvolta si presentano o sono ipotizzabili venute di acqua dalle pareti della galleria.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'impermeabilizzazione delle pareti delle gallerie naturali viene interposta tra i rivestimenti di prima fase e seconda fase.

La DL ha facoltà di ordinare, per determinati tratti o superfici di galleria, la impermeabilizzazione in conformità alle prescrizioni di seguito riportate.

Si dovranno adottare particolari accorgimenti e cautele quando le acque risultassero aggressive.

Prima della posa in opera dell'impermeabilizzazione l'Appaltatore dovrà procedere alla preparazione delle pareti comprendente:

- captazione di eventuali forti venute d'acqua tali che possano intralciare la regolare stesa dell'impermeabilizzazione, mediante impiego di tubi e/o canalette in materiale termoplastico, protetti da uno strato in geotessile e fissati con malta di cemento additivata con accelerante;
- la fornitura e la posa di due strati di compensazioni, costituiti da feltri di materiale sintetico non infiammabile di peso non inferiore a  $500\text{g/m}^2$
- eventuali tubi e/o canalette saranno protetti con uno strato di conglomerato cementizio e saranno raccordati al drenaggio posto al piede dell'impermeabilizzazione;
- regolazione della superficie del rivestimento di prima fase con malta fina/gunite dello spessore minimo di 5 mm per raccordare eventuali asperità e per ricoprire eventuali parti metalliche sporgenti.

L'impermeabilizzazione delle gallerie artificiali viene posizionata all'estradosso del rivestimento ed è costituita da una guaina in PVC interposta tra 2 strati protettivi in tessuto non tessuto. L'intero pacchetto verrà posto in corrispondenza di calotta e piedritti e poi risvoltato alla base dei piedritti per contenere lo strato di materiale arido drenante. Uno dei due strati di geotessuto verrà risvoltato in modo da separare completamente il materiale drenante dal materiale di riporto, così come indicato negli elaborati di progetto.

L'impermeabilizzazione dei sottovia sciolari è costituita da una guaina in PVC interposta tra 2 strati protettivi in tessuto non tessuto; in corrispondenza della soletta di copertura essa verrà posata su uno strato di magrone con pendenza 2%.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'impermeabilizzazione delle uscite di sicurezza delle gallerie è costituita, per la parte interrata, da una guaina in PVC interposta tra 2 strati protettivi in tessuto non tessuto, mentre per la parte fuori terra, da una guaina bituminosa rinforzata, così come indicato negli elaborati di progetto.

Verrà particolarmente curato il raccordo dell'impermeabilizzazione della galleria a foro cieco, con quelle di collegamento ai manufatti a cielo aperto al fine di garantire la continuità della tenuta idraulica.

### **9.2.15.1 Impermeabilizzazione con guaina in PVC**

La guaina dovrà essere in PVC trasparente dello spessore minimo di 2 mm.

Sul rivestimento di prima fase, preparato come al punto precedente, dovrà essere steso uno strato di geotessuto, con le caratteristiche riportate in Tabella seguente, come strato di compensazione con funzione antipunzonamento

Il geotessile verrà steso procedendo in senso trasversale all'asse della galleria, sovrapponendo i bordi di 20 cm e fissandolo con bottoni e/o listoni in PVC semirigido, a loro volta ancorati al supporto con chiodi a sparo muniti di rondella o con tasselli ad espansione.

I bottoni in PVC, aventi speciale sagomatura per impedire il contatto dei chiodi di fissaggio con la guaina in PVC trasparente che ad essi sarà sovrapposta e saldata, saranno forniti e posti in opera in ragione di almeno quattro bottoni per metro quadrato di superficie da impermeabilizzare, oppure un listone/ml.

In corrispondenza dei giunti della sovrastante guaina in PVC ed alla base della stessa, in corrispondenza dei piedritti nella impermeabilizzazione delle gallerie, saranno forniti e posti in opera listoni in PVC semirigido fissati con chiodi a sparo muniti di rondella.

Sullo strato di geotessile verrà fornita e posta in opera una guaina in PVC dello spessore di almeno 2 mm.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1. Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti elencati nella Tabella seguente.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

Nel caso di materiali già posti in opera, l'Appaltatore dovrà sospendere la lavorazione e procedere, a sua cura e spese, alla loro rimozione ed alla sostituzione con materiali idonei.

La guaina in PVC verrà stesa in opera in senso trasversale all'asse della galleria con i lembi dei giunti sovrapposti per 10 cm e dovrà essere fissata ai bottoni ed ai listoni in PVC mediante termosaldatura.

La guaina dovrà presentarsi ben distesa, senza pieghe e parti in tensione.

Si procederà quindi alla saldatura dei giunti per termofusione con apposite saldatrici a controllo automatico di velocità, temperatura e pressione, predisposte per effettuare una doppia saldatura senza soluzione di continuità da un estremo all'altro del giunto, in modo da permettere la prova di tenuta del giunto ad aria compressa. Non è ammesso l'utilizzo di termosaldature in calotta ed il rivestimento va steso continuativamente dalla muretta di destra a quella di sinistra o viceversa.

La tenuta dei giunti dovrà essere verificata con aria alla pressione di 0,4 bar; la eventuale perdita di pressione dopo 15-20 min non dovrà superare 0,1 bar.

Il controllo delle saldature dovrà essere sistematico; l'osservazione attraverso il PVC trasparente permetterà di verificare che non vi siano difetti quali eccessi di residui carboniosi o bolle che potrebbero far cedere la saldatura in un secondo tempo.

- tessuto non tessuto a fibra lunga ( $\geq 60$  mm) di polipropilene puro coesionato per agugliatura o legamento doppio
- massa volumica unitaria  $\geq 400$  g/m<sup>2</sup> (Rif. CNR-BU n.110)
- spessore :     a 2 KPa            $\geq 3.0$  mm (Rif. CNR-BU n.111)
- :           a 200 KPa        $\geq 1.9$  mm (Rif. CNR-BU n.111)
- resistenza a trazione media su striscia di 20 cm  $\geq 24$  KN/m (Rif. CNR-BU n.142)
- allungamento percentuale alla rottura  $\geq 80\%$  (Rif. CNR-BU n.142)
- resistenza alla lacerazione  $\geq 1.4$  KN (Rif. CNR-BU n.143)
- resistenza al punzonamento  $\geq 4.0$  KN (Rif. UNI 8279/14)
- permeabilità radiale all'acqua     : a 2 KPa        $\geq 0.3$  cm/sec. (Rif. UNI 8279/13)
- : a 200 KPa      $\geq 0.03$  cm/sec. (Rif. UNI 8279/13)

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tabella: caratteristiche minime della guaina di impermeabilizzazione, da adottare salvo diverse prescrizioni di progetto

<b>Tabella 2</b>		
- spessore	≥ 2 mm ±5%	(UNI 8202/6) E' ammesso un valore singolo con tolleranza -10% - +15% come da UNI 8898/4
- peso specifico	1,3 g/cm <sup>3</sup> ±2%	(UNI 7092) Tolleranze come da UNI 8898/4
- resistenza alla pressione dell'acqua a 1MPa per 10 ore:	impermeabile	(UNI 8202/21)
- resistenza a trazione	≥ 17 N/mm <sup>2</sup>	(DIN 16938E)
- allungamento a rottura	≥ 250 %	(UNI 8202/8)
- resistenza alla lacerazione	≥ 100 N/mm <sup>2</sup>	(UNI 8202/9-B)
- resistenza alla giunzione	≥ 10.5 N/mm <sup>2</sup>	(UNI 8898/4-B)
- stabilità al calore		=70° (UNI 8202/18)
- flessibilità al freddo	- 40°	(UNI 8202/15)
- resistenza alle soluzioni acide e alcaline (variazione a 28 gg.)	=±20% max allungamento	

Tabella: requisiti e prove

Nel caso che qualche prova dia esito negativo, l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse, mentre la Direzione Lavori potrà ordinare che vengano sottoposti a prove tutti i giunti senza che per questo l'Appaltatore stesso possa reclamare alcun compenso.

In galleria naturale la guaina in PVC dovrà essere risvoltata alla base dei piedritti per almeno 40 cm; i lembi estremi dovranno essere fissati alla parete mediante listelli metallici, all'interno dei due risvolti dovranno essere forniti e posti in opera tubi in PVC rigido con diametro esterno non inferiore a 100 mm e spessore non inferiore a 3 mm, aventi pareti corrugate e forate; i tubi dovranno essere collegati ai pozzetti di raccolta mediante pezzi speciali a T e relative tubazioni' di raccordo in PVC ed i fori praticati nelle guaine per il passaggio di queste ultime dovranno essere sigillati mediante appositi elementi in PVC termosaldati alla guaina ed ai tubi di raccordo.

Un ulteriore telo di geotessuto di protezione sull'intradosso della sezione della galleria va messo in opera ove previsto in progetto.

In esso si intendono compresi e compensati, oltre alle forniture, prestazioni e magisteri sopra descritti, anche tutti gli altri oneri occorrenti per l'esecuzione della impermeabilizzazione e per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, ed in particolare:

- il montaggio e lo smontaggio delle attrezzature mobili e dei ponteggi;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- la ventilazione e l'illuminazione del luogo di lavoro;
- la fornitura di aria compressa, energia elettrica, e quanto altro occorre;
- tutti gli oneri che possono derivare all'Impresa per la esecuzione di lavori in sotterraneo.

**9.2.15.2 Cordoli idroespansivi**

Le riprese di getto delle gallerie artificiali saranno sigillate mediante water-stop idroespansivo di dimensioni 25x25mm costituito da neoprene e resina espansiva con rivestimento ritardante. In particolare:

- nelle gallerie artificiali i water-stop idroespansivi verranno inseriti tra i successivi conci di getto lungo tutta la superficie delle riprese di getto.

Il water-stop idroespansivo dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- $\rho \geq 1,30 \text{g/cm}^3$
- durezza A-SHORE > 40
- resistenza a trazione  $\geq 0,25 \text{KN/cm}^2$
- allungamento  $\geq 500\%$
- espansione a contatto con l'acqua sino a sei volte il suo volume originale senza modifiche delle sue caratteristiche di tenuta.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1. Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti sopra elencati.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**9.2.15.3 Water-stop in gomma**

Verranno utilizzati water-stop in gomma sigillando le riprese di getto di norma nei seguenti casi:

- tra rivestimento definitivo del concio d'attacco della galleria naturale e rivestimento della galleria artificiale;

nelle gallerie artificiali tra concio di Imbocco e concio di sezione corrente;

nelle gallerie artificiali tra due conci di sezione corrente alle progressive indicate sugli elaborati di progetto.

Il water-stop in gomma dovrà possedere caratteristiche di impermeabilità, elasticità, resistenza alle azioni aggressive delle soluzioni alcaline acide, resistenza all'invecchiamento. Il water-stop dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

- $\rho \geq 1,26 \text{ g/cm}^3$
- durezza A-SHORE  $\geq 73$
- resistenza a trazione  $\geq 175 \text{ Kg/cm}^2$
- allungamento a rottura = 350%
- flessibilità a freddo =  $-30^\circ$
- dimensioni: larghezza 24 cm, spessore 4 mm.

Il materiale dovrà essere qualificato prima dell'impiego.

Le prove dovranno essere effettuate presso laboratori qualificati a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, preliminarmente su materiali approvvigionati in cantiere, prima del loro impiego; successivamente, su materiali prelevati durante il corso dei lavori, ogni volta che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

La campionatura del materiale dovrà essere fatta secondo la Norma UNI 8202/Parte 1. Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i requisiti sopra elencati.

Qualora anche da una sola delle prove di cui sopra risultassero requisiti inferiori a quelli stabiliti, la partita verrà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla immediatamente dal cantiere.

## **9.2.16 Interventi di preconsolidamento e precontenimento**

### **9.2.16.1 Preconsolidamento del fronte di scavo con elementi strutturali i vetroresina**

Il preconsolidamento del fronte di scavo verrà effettuato in gallerie scavate in terreni coesivi, semicoesivi ed in genere di natura argillosa soggetti ad alterazione chimico-fisiche e a fenomeni di estrusione del nucleo di scavo, tendente a muoversi verso la parte già scavata, tali da compromettere la stabilità dell'opera e/o la sicurezza delle lavorazioni.

Il preconsolidamento verrà eseguito mediante elementi strutturali in vetroresina forniti e posti in opera entro prefiori eseguiti in avanzamento, in anticipo sugli scavi, compreso il loro inghisaggio con iniezione di miscela cementizia a bassa pressione.

La distribuzione degli elementi strutturali sul fronte di scavo, il loro orientamento e la loro lunghezza dovranno essere conformi alle previsioni di progetto ed alle prescrizioni della Direzione Lavori, tenendo presente che ciascun rango dovrà avere inizio alla stessa progressiva.

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico degli elementi strutturali sono le seguenti:

- la posizione della testa di ciascun elemento strutturale non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse dell'elemento strutturale rispetto all'asse di progetto non dovrà superare l'1%;
- la lunghezza dell'elemento strutturale non dovrà differire di  $\pm 15$  cm da quella di progetto.

Ogni elemento strutturale che risultasse non conforme alle tolleranze di cui sopra dovrà essere idoneamente sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

L'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà preliminarmente individuare sul fronte di scavo le posizioni degli elementi strutturali da contrassegnare con marche od altro per renderle facilmente individuabili.

La perforazione dovrà essere eseguita a secco con idonea attrezzatura, avrà andamento orizzontale, sub-orizzontale o comunque inclinato; il diametro sarà di 100-110 mm e dovrà essere spinta a qualsiasi profondità oltre il fronte di avanzamento in galleria; compreso l'attraversamento dell'eventuale strato di conglomerato cementizio spruzzato sul fronte di

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

scavo e degli eventuali strati rocciosi, nonché l'allontanamento dei materiali di risulta ed il trattamento dei fanghi secondo quanto disposto dalle Leggi vigenti.

L'elemento strutturale in vetroresina dovrà essere prodotto con resina poliestere termoidurente rinforzata con fibre di vetro; il contenuto in peso della fibra di vetro non dovrà essere inferiore al 60%.

L'elemento sarà composto da: un tubo in PVC di diametro pari a 60/40 mm ad aderenza migliorata; valvole di iniezione nella quantità indicata nel progetto.

La lunghezza dell'elemento dovrà essere, conforme a quella di progetto, ottenuto preferibilmente con una unica barra; ove si dovessero effettuare giunzioni, resta a carico dell'Appaltatore la fornitura dei necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio. Tra due successivi campi di avanzamento la sovrapposizione minima dei tubi in vetroresina dovrà essere minimo di almeno 6 m. I requisiti minimi (resistenza, deformabilità etc.) dell'elemento strutturali in vetroresina, indicati di seguito e negli elaborati progettuali, andranno rispettati anche a seguito di eventuali variazioni geometriche delle barre che l'Appaltatore volesse apportare, ed andranno comunque sottoposte all'approvazione della Direzioni Lavori e del Progettista con congruo anticipo.

Di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche degli elementi:

- densità (UNI 7092-72)  $\geq 1,8 \text{ t/m}^3$
- resistenza a trazione (UNI EN 61)  $\geq 450 \text{ N/mq}$
- modulo elastico (UNI EN 61)  $\geq 30000 \text{ N/mq}$
- contenuto in vetro  $\geq 60 \%$
- resistenza a taglio (ASTM D 732 85)  $\geq 100 \text{ N/mq}$

Ogni elemento strutturale dovrà essere corredato dei dispositivi per le iniezioni di bloccaggio ed in particolare: tappo di fondo, tubo di sfogo aria, valvola di non ritorno, cianfrinatura a bocca preforo. La testa dei tubi dovrà essere dotata di una apposita cianfrinatura in materiale plastico o similare a forma troncoconica, che impedisca la fuoriuscita della cementazione, in particolare nel caso di perforazioni inclinate verso l'alto. La cianfrinatura così conformata dovrà essere inoltre dotata di un tubicino di sfiato da posizionare al di sopra di ogni tubo. Per evitare che il tubo si intasi, durante la fase di inserimento nel foro, sarà



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

opportuno che l'altra estremità sia dotata di un tappo in materiale plastico e che quindi la miscela di iniezione fuoriesca da opportune valvole.

L'elemento dovrà essere introdotto nei perforo mediante apposita attrezzatura; si procederà quindi al suo inghisaggio mediante una miscela cementizia (antiritiro) iniettata a bassa pressione riempiendo l'intercapedine tra elemento e la parete del foro.

L'introduzione dell'elemento e l'esecuzione delle iniezioni devono essere effettuate in una fase immediatamente successiva a quella di perforazione.

La miscela di guaina dovrà essere additivata con idonei acceleranti di presa e dovrà avere un rapporto acqua/cemento  $\leq 55$ , iniettata sino a totale riempimento del perforo.

La resistenza a compressione media dopo 48 ore dovrà risultare maggiore o uguale a 5 MPa.

In corso d'opera, si dovranno eseguire una serie di prove a sfilamento, atte a verificare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché le ipotesi assunte in sede di progettazione.

Sulla miscela cementizia impiegata, dovranno essere effettuati i medesimi accertamenti riportati nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

#### **9.2.16.2 Preconsolidamento del terreno al contorno dello scavo mediante iniezioni di miscele cementizie**

E' un intervento che modifica le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) ed idrauliche (permeabilità) del terreno attraverso l'immissione di adeguate miscele effettuata da tubi in acciaio, o vetroresina o pvc. valvolati e cementati in appositi fori di piccolo diametro eseguiti in avanzamento.

I trattamenti possono essere "di impregnazione" quando riempiono i vuoti esistenti nel terreno senza alterare le loro dimensioni, oppure possono servire per "ricomprimere" terreni a bassa permeabilità, in modo da formare ramificazioni o bulbi concentrati con miscele non penetrabili nel mezzo interessato.

La tecnica di iniezione, definita la geometria del trattamento, consiste nell'eseguire un numero necessario di perforazioni a rotazione o a rotopercolazione (100+140 mm) che dovranno dare il minore disturbo possibile al terreno.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nella perforazione viene inserito un tubo valvolato protetto da una guaina e successivamente iniettato. Durante l'iniezione a pressione si verifica la rottura della guaina nella zona intorno alle valvole permettendo il passaggio delle miscele iniettate nel terreno circostante, impedendone contemporaneamente il rientro.

I parametri che regolano il trattamento sono:

- il volume della miscela in rapporto al volume di terreno da trattare
- la portata
- la pressione

I quantitativi delle miscele da iniettare attraverso una valvola sono stabiliti tenendo conto di:

- riempimento effettivo di almeno il 50% dei vuoti;
- dispersione oltre il limite previsto;
- probabile drenaggio delle sospensioni.

La pressione sopportabile dai tubi di iniezione aumenta all'aumentare delle caratteristiche di resistenza dei materiali che li costituiscono: pvc, vetroresina e acciaio.

Sono iniettabili, oltre alle grandi cavità (carsiche ecc.):

- tutti i tipi di terreno alluvionale o detritico fino a un certo limite inferiore di permeabilità (dalle ghiaie ai limi-sabbiosi);
- le fessure nelle rocce (da carsiche a microfessure).

Le iniezioni servono per conferire al terreno elevati valori di resistenza, oppure per renderlo impermeabile o entrambi gli effetti contemporaneamente.

I trattamenti possono definirsi di "impregnazione" se il riempimento avviene senza modificare i contatti intergranulari: in questo modo si conferisce al terreno la coesione della miscela iniettata mantenendo invariato l'angolo di attrito interno. Nel caso in cui l'iniezione sia spinta oltre al riempimento, si ha una compattazione dei terreni a granulometria più fine.

I materiali iniettati, dovranno soddisfare ai requisiti di carattere ambientale ed ecologico, così come indicato nella attuale Legislazione in materia e successive modifiche.

Le iniezioni saranno eseguite in avanzamento, in anticipo sugli scavi, sul contorno della sezione di scavo, secondo le indicazioni di progetto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le iniezioni saranno effettuate impiegando, secondo le indicazioni di progetto, elementi strutturali in VTR valvolati con 2 vlv/m o tubi in acciaio  $\geq$ Fe 430, con o senza valvolatura, senza saldatura longitudinale (UNI 7806) o in alternativa con saldatura senza apporto di materiale (UNI 7810) e quanto altro occorra per la perfetta efficienza dell'elemento, corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm, i quali verranno introdotti in appositi prefori all'interno del terreno da consolidare.

La canna valvolata dovrà essere prolungata fino a fuoriuscire a boccaforo per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

I prefori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria e in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque Inclinati, con diametro di 100-140 mm, e se necessario eventualmente rivestiti.

Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole.

Tali iniezioni verranno eseguite in più fasi con miscele cementizie anche additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e perforo e tale da funzionare da valvola di tenuta sino ad una pressione non inferiore a 50 kPa, e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento.

Per ogni valvola di iniezione, a seguito di apposito campo-prova, da realizzare prima dell'inizio degli interventi, dovranno essere assegnati i seguenti parametri:

- volume massimo  $V_{max}$  (litri);
- portata (litri/min);
- eventuale pressione massima  $p_{max}$ .

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche esposte nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi interessati.

L'Appaltatore, a sua totale cura e spese e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvedere alla messa a punto della tecnologia d'intervento definendo:

- la composizione delle miscele;
- la finezza del cemento;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- la pressione di iniezione;

L'Appaltatore dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

L'Appaltatore avrà la responsabilità circa il raggiungimento delle prescrizioni progettuali in termini di spessore e resistenza del terreno consolidato.

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi di iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 12 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacicli di miscelazione progressivo; la centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione munite di manometri posti a bocca foro, con certificato ufficiale di taratura.

Lo scavo della galleria in corrispondenza delle tratte consolidate dovrà essere condotto dall'Appaltatore con le dovute cautele, verificando in avanzamento l'efficacia dei trattamenti effettuati.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Appaltatore in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

A cura dell'Appaltatore si considerano: il campo prove; le verifiche in avanzamento; la documentazione dei lavori; l'ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali ed in particolare:

- il cemento da impiegare nelle iniezioni di guaina e di consolidamento in terreni molto aperti, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità fino a  $10^{-2}$  m/s, sarà cemento del tipo normale.

### **9.2.16.3 Presostegno mediante valvolati ed iniettati**

I tubi metallici valvolati ed iniettati sono posti in opera preventivamente dal fronte di scavo sull'estradosso della sezione di avanzamento in calotta.

I tubi valvolati verranno connessi al terreno mediante iniezione a bassa pressione nella cavità anulare tra tubo e pareti del perforo e saranno successivamente iniettati in più fasi in pressione attraverso le valvole dall'interno dei tubi.

I tubi dovranno essere disposti in posizione orizzontale o sub orizzontale con geometria tronco conica e inclinati radialmente rispetto all'asse della galleria.

Le caratteristiche dimensionali, la disposizione e le fasi di esecuzione dovranno essere conformi alle previsioni di progetto.

Prima di iniziare ciascun campo di perforazione l'Appaltatore, dovrà a sua cura e spese, individuare sul fronte di avanzamento le posizioni dei tubi da contrassegnare opportunamente, in modo da renderle facilmente individuabili.

Eventualmente si potranno predisporre, delle dime di guida a tergo delle macchine perforatrici.

Le tolleranze, rispetto alle indicazioni previste in progetto per queste lavorazioni devono essere contenute nei seguenti limiti:

- la posizione della testa non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm; salvo diverse prescrizioni della Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della perforazione rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- la lunghezza non dovrà differire di  $\pm 15$  cm da quella di progetto; la sezione dell'armatura metallica non dovrà risultare inferiore a quella di progetto;
- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di perforazione di progetto.

Ogni tubo che risultasse non conforme alle tolleranze di cui sopra dovrà essere idoneamente sostituito a cura e spese dell'Appaltatore.

Le tecniche di perforazione e le modalità di iniezione dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare ed alle caratteristiche idrogeologiche locali.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In particolare le attrezzature di perforazione dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- possibilità di eseguire, senza manovre d'asta, perforazioni con rivestimento provvisorio fino ad almeno 14,00 m di lunghezza, con agevole e preciso posizionamento dei fori secondo la geometria tronco-conica tipica dell'applicazione;
- testa di rotazione con foro passante e con ingombro verso l'esterno non eccedente 30 cm rispetto all'asse della perforazione;
- slitta di scorrimento di costruzione sufficientemente rigida, dispositivi di guida delle aste ed apparecchi di stazionamento dell'attrezzatura tali da assicurare il rispetto delle tolleranze geometriche prescritte; la slitta non dovrà comunque subire spostamenti elastici superiori a 5 mm a seguito dell'applicazione, ad una qualsiasi delle sue estremità, di una forza di 100 kg in qualunque direzione nel piano ortogonale dell'asse di perforazione.

La perforazione deve essere condotta impiegando utensili atti ad ottenere fori del diametro previsto in progetto, e comunque non inferiore a 100 mm, ed a consentire la regolarità delle successive operazioni di inserimento dei tubi e di iniezione, in materiali di qualsiasi natura, durezza e consistenza, anche in presenza di acqua di qualunque entità e pressione, mediante l'impiego di sonde a rotazione o rotopercolazione.

Qualora le caratteristiche dei terreni o la presenza di acqua lo richiedesse, il foro dovrà essere sostenuto mediante idonee tubazioni durante la perforazione e le fasi successive.

Al termine della perforazione il preforo dovrà essere accuratamente sgomberato dai detriti.

Le perforazioni dovranno essere eseguite senza impiego di acqua.

L'ordine di posa in opera dei tubi nell'ambito di ciascun campo, dovrà assicurare la non interferenza delle perforazioni e delle iniezioni con prefori in corso o in attesa di iniezione.

Le armature metalliche dovranno essere costituite da tubi in acciaio tipo ROR o S355 con estensione, diametro e spessore come previsto in progetto, valvolati con 2 vlv/m, senza saldatura longitudinale (UNI 7806) o in alternativa con saldatura senza apporto di materiale (UNI 7810).

I tubi valvolati dovranno essere forati in corrispondenza di ciascuna valvola di iniezione e scovolati internamente per asportare eventuali sbavature lasciate dal trapano.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo 3,5 mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili d'acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto o del tipo a scomparsa.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Ove richiesto le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici e dispositivi di centraggio per assicurare un copriferro minimo di 1,5 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

Potranno essere usate, qualora si rendessero necessarie, armature in vetroresina le cui caratteristiche sono riportate nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

L'Introduzione dell'armatura tubolare e la esecuzione delle iniezioni devono essere iniziate in una fase immediatamente successiva alla perforazione.

In caso contrario la perforatrice resterà in posizione fino alla successiva ripresa del lavoro e si dovrà provvedere alla pulizia del perforo, subito prima che inizino le operazioni di posa della armatura e di iniezione.

Si ribadisce che quando la perforazione viene eseguita con l'impiego di rivestimento provvisorio, l'inserimento dell'armatura metallica deve precedere l'estrazione dello stesso rivestimento provvisorio ed essere seguito immediatamente dal riempimento della cavità anulare compresa tra tubo e pareti del perforo.

Le fasi della iniezione per i tubi valvolati sono le seguenti, fatte salve diverse prescrizioni che la Direzione Lavori potrà impartire in sede esecutiva:

- 1 - riempimento della cavità anulare compresa tra il tubo e le pareti del perforo, ottenuto alimentando con apposito condotto di iniezione ed otturatore semplice la valvola più lontana. Trattandosi di prefori posti di norma in posizione sub-orizzontale o inclinati verso l'alto, dovranno essere adottati opportuni accorgimenti (tubetti di sfiato, otturatore sulla bocca del perforo, ecc.) per evitare che la miscela cementizia riempi solo parzialmente la cavità o ne fuoriesca;
- 2 - lavaggio con acqua dell'interno del tubo;
- 3 - avvenuta la presa della miscela precedentemente iniettata, si inietteranno in pressione valvola per valvola volumi di miscela non eccedenti il sestuplo del volume del perforo avendo cura di non superare durante l'iniezione la pressione corrispondente alla fratturazione idraulica del terreno ("claquage") ;

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

4 - avvenuta la presa della malta precedentemente iniettata, si ripeterà l'iniezione in pressione, previo lavaggio con acqua all'interno del tubo, limitatamente alle valvole per le quali il volume di miscela iniettata non abbia raggiunto il limite di cui al punto 3 a causa della incipiente fratturazione idraulica del terreno;

5 - le pressioni residue di iniezione, misurate a bocca foro al raggiungimento del limite volumetrico, non superino 0,7 MPa.

Qualora nei corso delle iniezioni si riscontrassero assorbimento anomali di miscela, la Direzione Lavori ordinerà l'adozione dei provvedimenti e/o cautele che riterrà più idonei.

Al termine delle iniezioni si riempirà anche l'interno del tubo.

Le malte cementizie utilizzate per la iniezione dovranno avere la seguente composizione, salvo diverse indicazioni della D.L. d'intesa con il progettista, in seguito ai risultati ottenuti su iniezioni di prova:

- cemento tipo 325: 100 kg;
- acqua: 50 kg;
- bentonite: 0-2 kg;
- 1 kg di additivo antiritiro per 100 kg di miscela

Durante la posa in opera si dovranno prelevare campioni della miscela di iniezione. Sulla miscela cementizia impiegata, dovranno essere effettuati i medesimi accertamenti nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

### **9.2.17 Gallerie con scavo eseguito completamente a cielo aperto.**

In questo caso è possibile procedere alla realizzazione del manufatto esclusivamente in conglomerato cementizio armato, con operazioni "all'aperto".

Per quanto riguarda il conglomerato cementizio gettato in opera valgono le prescrizioni riportate al punto della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Si individuano tre sezioni tipiche.

a) Sezione circolare anulare. Tale sezione, di norma, sarà utilizzata nei tratti iniziale e finale di gallerie naturali.

La geometria della sezione sarà analoga a quella utilizzata per le gallerie naturali, dal punto di vista strutturale la sezione sarà sempre anulare e dotata di arco rovescio.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

b) Sezione circolare con solettone. Essa è composta da un arco superiore (calotta e piedritti) e da un solettone inferiore (platea di fondo).

### **9.2.18 Gallerie con scavo eseguito solo parzialmente a cielo aperto**

La tecnica degli scavi eseguiti parzialmente a cielo aperto sarà adottata quando la situazione orografica e le caratteristiche geotecniche non permettono l'apertura di uno scavo totale dal piano di campagna fino al piano di imposta delle fondazioni.

In questo caso si procederà alla definizione di sezioni alternative che prevedano l'esecuzione delle spalle mediante paratie realizzate dall'alto..

Successivamente, dopo l'esecuzione dell'impalcato di copertura potrà essere effettuato lo scavo della porzione di terreno contenuta tra le paratie laterali, l'impalcato e la platea di fondo.

Per quanto riguarda il conglomerato cementizio gettato in opera valgono le prescrizioni riportate nella sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

### **9.2.19 Demolizioni**

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 salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo.

Le demolizioni dovranno essere effettuate con la dovuta cautela per impedire danneggiamenti alle strutture murarie di cui fanno parte.

I materiali provenienti da tali demolizioni resteranno di proprietà dell'Impresa, essendosene tenuto conto nella determinazione dei corrispettivi prezzi di elenco.

La Direzione dei Lavori si riserva di disporre, con sua facoltà insindacabile, l'impiego dei suddetti materiali per la esecuzione dei lavori appaltati.

Gli oneri sopra specificati si intendono compresi e compensati nei relativi prezzi di elenco. Nell'esecuzione delle demolizioni è consentito anche l'uso di mine, nel rispetto delle norme vigenti.

All'interno della categoria demolizioni rientra anche quella dell'anello prefabbricato in corrispondenza delle aperture e dei by pass.

## 9.3 SPECIFICA DI CONTROLLO

### 9.3.1 Disposizioni generali

La seguente specifica si applica ai vari tipi di lavorazione connesse con la costruzione di gallerie.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

La procedura delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione della difficoltà e importanza dell'opera.

L'Appaltatore è obbligato comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione dei materiali incontrati negli scavi.

### 9.3.2 Scavi a cielo aperto

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica/geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

#### a) Prove di laboratorio

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

##### Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

##### Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

La frequenza delle prove dovrà essere effettuata come segue :

- ogni 500 m<sup>3</sup> di materiale scavato e ogni 5 m di profondità dello scavo;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

**b) Prove in sito**Terre :

si dovrà rilevare l'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione.

Rocce :

si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e la classe geomeccanica corrispondente mediante l'impiego di opportune classificazioni, nonché l'individuazione della orientazione e delle caratteristiche delle discontinuità presenti. Per tali rilievi, si potrà fare riferimento alle indicazioni progettuali.

Si dovranno effettuare tutte le prove necessarie allo scopo.

Si dovrà in ogni caso verificare la rispondenza delle pendenze e delle quote di progetto, con la frequenza necessaria al caso in esame.

Le risultanze di tali determinazioni dovranno essere supportate da apposito verbale e mediante l'ausilio di un opportuno rilievo lito-stratigrafico.

**9.3.3 Scavi a foro cieco**

Nel corso dei lavori, al fine di verificare la rispondenza della effettiva situazione geotecnica/geomeccanica con le ipotesi progettuali, la DL, in contraddittorio con l'Appaltatore, dovrà effettuare la determinazione delle caratteristiche del terreno o roccia sul fronte di scavo.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**a) Prove di laboratorio**

Le caratteristiche dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

Terre:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale di acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità, nell'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- eventuale determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio.

Rocce:

- resistenza a compressione monoassiale;

In presenza di terreni dal comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di una terra, le suddette prove potranno essere integrate al fine di definire con maggior dettaglio la reale situazione geotecnica.

In sito nel caso di terreni si dovrà procedere al rilievo dell'effettivo sviluppo della stratificazione presente, mediante opportuno rilievo geologico-geotecnico che consenta di identificare le tipologie dei terreni interessati, con le opportune prove di identificazione..

Nel caso di ammassi rocciosi si dovrà procedere al rilevamento geologico-geomeccanico, al fine di identificare la litologia presente e le reali situazioni incontrate mediante l'impiego di opportune classificazioni tecniche, là dove applicabili. Per tali rilievi, si potrà fare riferimento alle indicazioni di progetto.

Nel caso di ammassi a comportamento intermedio tra quello di una roccia e quello di un terreno, le suddette metodologie dovranno essere integrate.

Le risultanze di tali determinazioni dovranno essere supportate da apposito verbale e mediante l'ausilio di un opportuno rilievo stratigrafico.

La frequenza delle prove e dei rilievi dovrà essere la seguente :

- all'inizio dei lavori da ciascun imbocco;
- in occasione di ogni cambiamento manifesto delle caratteristiche litologiche e/o geomeccaniche;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- ogni 20 m di avanzamento dello scavo;
- ogni qualvolta richiesto dalla DL.

### 9.3.4 Monitoraggio e indagini

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivanti dalle misure in corso d'opera e durante l'esercizio ha lo scopo di verificare la validità delle previsioni progettuali attraverso un confronto sistematico, tra le stesse previsioni e la risposta tenso-deformativa dell'ammasso all'azione di avanzamento e il comportamento delle strutture di rivestimento di prima fase e definitive, permettendo così di:

- adeguare tempestivamente la tipologia e l'intensità degli interventi previsti, nonché la successione delle lavorazioni;
- assicurare che l'opera espliciti le sue funzioni, risultando idonea all'esercizio, resistente e stabile senza riduzioni significative della sua integrità o manutenzioni non previste.

Prima dell'inizio dell'esecuzione delle opere sarà predisposto un piano operativo di monitoraggio per il controllo del comportamento del terreno e delle strutture sia durante i lavori che in fase di esercizio.

In tale piano dovranno essere chiaramente indicate le ipotesi formulate per la valutazione delle componenti di spostamento, delle deformazioni e delle sollecitazioni indotte nel terreno e nelle strutture.

Dovranno inoltre risultare le ipotesi sulla caratterizzazione geotecnica dei terreni, che dovranno essere verificate sulla base delle misure che saranno svolte nel corso dei lavori.

Nel piano dovranno infine essere indicati: la frequenza delle letture in corso d'opera ed in fase di esercizio.

La raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati derivati dalle misure in corso d'opera e durante l'esercizio dovranno essere condotti con particolare sistematicità e cura, secondo indicazioni che saranno date dalla DL, sentito il progettista, in modo da consentire l'archiviazione e la conseguente creazione di un "data base" da utilizzare a beneficio delle opere che saranno costruite nel futuro.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La lettura e la interpretazione delle misurazioni durante la costruzione e sino alla data di emissione del certificato di collaudo finale, questa compresa, saranno eseguite a cura dell'Appaltatore.

Le misure sono tra l'altro volte a determinare:

- le deformazioni indotte nel terreno (naturale o consolidato) o nell'ammasso roccioso, durante le operazioni di scavo;
- i valori e le variazioni delle pressioni neutre nel terreno o nell'ammasso roccioso;
- le deformazioni e le tensioni indotte nelle strutture di rivestimento (di prima fase e definitivo) e negli elementi di rinforzo e stabilizzazione;
- i carichi agenti sulle strutture.

L'interpretazione delle misure effettuate sui rivestimenti definitivi, in base al complesso delle prove eseguite, dovrà permettere di definire il campo tenso-deformativo esistente nella struttura stessa ed il sistema di carichi esterni che lo determinano.

A tale scopo l'interpretazione si dovrà articolare come segue:

- determinazione dei legami funzionali tra i risultati di prova e lo stato tenso-deformativo nella struttura;
- determinazione dei legami funzionali tra situazione tenso-deformativa e carichi esterni, ipotizzando per il rivestimento un comportamento di tipo elastico lineare;
- analisi numerica dei risultati delle misure al fine di determinare la configurazione dei carichi esterni agenti sul rivestimento e il campo tenso-deformativo ad essa associato;
- valutazione delle condizioni di sicurezza della galleria.

Dovranno inoltre essere preventivamente definite le ulteriori verifiche necessarie e gli interventi successivi da eseguire nel caso dette sollecitazioni risultino incompatibili con i limiti indicati come sollecitazione ammissibile.

Gli strumenti di misura e le sezioni strumentate da adottare dipendono dalla complessità della situazione geologico-geotecnica, con particolare riguardo alle specifiche condizioni geostrutturali, morfologiche ed idrogeologiche, nonché al previsto comportamento tenso-deformativo del terreno e delle strutture.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La rapidità e la correttezza delle misure assumono fondamentale importanza ed impongono la presenza costante in cantiere di personale qualificato. La decisione circa le eventuali variazioni da introdurre rispetto a quanto previsto in progetto ed in particolare circa gli eventuali interventi integrativi da adottare, dovranno essere assunte rapidamente sentito il Progettista, e dovranno derivare dall'accurata interpretazione dei dati ottenuti.

Il piano di monitoraggio deve tenere conto dell'affidabilità degli strumenti da utilizzare, della loro semplicità nell'installazione e nella relativa misura, della robustezza e, non ultimo, dei possibili disagi che l'allestimento delle sezioni strumentate comporta all'intera organizzazione di cantiere.

La strumentazione posta in opera dovrà inoltre avere alcuni requisiti funzionali che andranno verificati, certificati e documentati anche quando l'evoluzione tecnologica metterà a disposizione materiali più sofisticati e dispositivi più perfezionati:

- campo di misura o fondo scala ("range");
- massimo campo di misura sopportato dello strumento ("over range");
- ripetitività delle misure;
- precisione;
- durabilità ed affidabilità.

I sistemi di monitoraggio dovranno essere concepiti in modo da realizzare il massimo di modularità e interfacciabilità possibile al fine di poter effettuare la centralizzazione dei dati in punti diversi della galleria o all'esterno.

Per ciascuno strumento il Progettista dovrà definire in quale momento procedere alla lettura di zero, e cioè alla definizione della configurazione di riferimento rispetto alla quale confrontare tutti i valori che andranno determinati in seguito. In generale la lettura di zero verrà effettuata il prima possibile, e comunque prima dell'avanzamento del fronte, per le celle di pressione annegate nei getti, tale lettura verrà eseguita all'atto del disarmo.

La lettura degli strumenti e l'interpretazione delle misure saranno eseguite il più rapidamente possibile da personale qualificato.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica delle principali tipologie di misurazione cui di norma si ricorre per il monitoraggio in galleria.

#### **9.3.4.1 Misure di convergenza con mire ottiche**

Consistono nel determinare la variazione in valore assoluto della distanza di uno o più punti di misura posizionati sulle pareti (opposte) del cavo.

I punti di misura sono costituiti da chiodi di convergenza aventi una lunghezza complessiva di 1 m, composta da una parte lunga 25, su cui vengono montati prismi ottici con dimensioni minime 50 x 50 mm, traggurdati mediante un teodolite e distanziometro elettronico, la quale è saldata ad una barra d'acciaio ad aderenza migliorata di diam. 24 mm e lunghezza 75 cm.

La misura si effettua come una normale triangolazione di precisione. La precisione della misura è pari a 0.1 mm.

L'elaborazione dei dati consente di risalire alla deformata del profilo di scavo, nonché di valutarne l'evoluzione nel tempo. La convergenza del cavo si intende riferita al valore medio delle misure diametrali eseguite sulla stazione di misura delle convergenze, come indicato nel programma di monitoraggio di progetto.

Le mire ottiche utilizzate per il controllo delle convergenze del cavo devono essere posizionate a ridosso del fronte e la lettura di "zero" va effettuata il prima possibile e comunque prima dell'avanzamento del fronte.

#### **9.3.4.2 Misure estensimetriche con estensimetri monobase o multibase**

Consistono nel determinare lo stato deformativo dell'ammasso al contorno del cavo.

L'estensimetro è costituito da una testa di riferimento posta a boccaforo e da più basi (n.3) collegate con la testa di riferimento mediante barrette o astine, installate in un foro di piccolo diametro realizzato nel terreno al contorno del cavo.

Le misure degli spostamenti tra le barrette o astine, solidali con le basi, e la testa di riferimento sono effettuate per mezzo di un comparatore meccanico o altro strumento di pari precisione (per es. un trasduttore di spostamento LVDT o a corda vibrante).

L'estensimetro multibase sarà costituito da :

- una testa di misura completa di ancoraggi per il fissaggio delle basi di misura (da 2 fino ad un massimo di 6 basi), predisposta per alloggiare i trasduttori di spostamento elettrici o a corda vibrante o per il posizionamento del calibro digitale per l'esecuzione delle misure manuali. La testa di misura è fornita con tappo di protezione e permette una corsa meccanica delle basi di almeno 200mm;



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- basi di misura con asta in fibra di vetro preassemblata. Le basi di misura sono fornite complete di guaina di scorrimento antiattrito in nylon e dei tubi di iniezione e di sfiato per la cementazione dell'estensimetro in foro;
- gli ancoraggi inferiori delle basi di misura da cementare in foro alle quote di progetto. In acciaio zincato ad aderenza migliorata di lunghezza pari ad almeno 400 mm.

L'automazione o la misura remota di un estensimetro multibase sarà consentita predisponendo sulla testa di misura dei trasduttori elettrici di spostamento di fondo scala idoneo all'applicazione, aventi le seguenti caratteristiche:

Tipo di misura:	spostamento lineare
Tipo di sensore:	elettrico (4-20 mA) o corda vibrante
Fondi scala:	50, 100 o 150 mm
Precisione:	elettrico 4-20mA: migliore di 0.25% del F.S. Corda vibrante: migliore di 0.5% del F.S.
Materiale:	acciaio inossidabile

#### **9.3.4.3 Misure estensimetriche con bulloni strumentati**

Consistono nel determinare lo stato deformativo dell'ammasso al contorno del cavo e pertanto valutare le caratteristiche degli ancoraggi in roccia utilizzati nel tunnel scavato con esplosivo, tramite la combinazione di due strumenti: bulloni di ancoraggio ed estensimetri.

I bulloni strumentati sono una combinazione di due strumenti: bulloni di ancoraggio ed estensimetri; essi vengono utilizzati per valutare le caratteristiche degli ancoraggi in roccia, soprattutto all'interno dei tunnel.

Lo strumento è costituito da un corpo cilindrico esterno dotato di ancoraggi con all'interno 4 mini-estensimetri vincolati ai 4 ancoraggi esterni.

La lettura dello strumento può essere effettuata sia manualmente con un comparatore centesimale, sia elettricamente attraverso una speciale testa di misura dotata di 4 trasduttori di spostamento a corda vibrante.

Le caratteristiche dei bulloni strumentati sono:

Carico nominale:	250 kN
Lunghezze disponibili:	4, 6 o 9 metri

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

N. punti di ancoraggio:	4
Diametro esterno:	38 mm
Diametro di perforazione:	50 mm

## Materiali:

Corpo strumento:	ferro
Testa di misura:	acciaio inox

## Testa di misura con trasduttori a corda vibrante:

Campo di misura:	+/-5mm
Risoluzione:	0.01 mm
Precisione	< 0.5% FS
Dimensioni testa di misura:	Lunghezza 270mm, diametro 54mm

**9.3.4.4 Determinazione della pressione di contatto terreno-struttura (celle di pressione-barrette estensimetriche)**

La pressione di contatto tra l'ammasso al contorno del cavo e il rivestimento di prima fase (prerivestimento) si può determinare tramite celle di pressione o coppie di barrette estensimetriche. Le celle di pressione sono formate da due piastre saldate tra loro lungo il perimetro. Lo spazio tra di esse è riempito di liquido ed è collegato ad un trasduttore di misura. Il carico agente sulle piastre viene trasmesso al trasduttore, trasformando le variazioni di pressione in spostamento o deformazioni di una membrana.

La misura viene eseguita usando un comparatore meccanico, un trasduttore di spostamento o un trasduttore di pressione. Le celle di pressione possono essere installate sia per le misure di sforzi radiali che tangenziali.

Le caratteristiche del piatto della cella di pressione sono:

Materiale:	acciaio zincato
Dimensioni:	150 x 150 mm
Peso:	0,3 Kg

In alternativa si possono utilizzare coppie di barrette estensimetriche del tipo a resistenza elettrica o a corda vibrante fissate sulle ali delle centine del prerivestimento.

Le caratteristiche del sensore a corda vibrante sono:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tipo di sensore:	a corda vibrante
Diaframma:	in acciaio inossidabile
Campo di misura:	5,0 MPa
Sensibilità:	0.025% F.S.
Precisione:	migliore del 0.5% F.S.
Campo di temperatura:	-20 +100°C
Diametro esterno:	27 mm
Lunghezza:	180 mm
Materiale:	acciaio inossidabile

**9.3.4.5 Determinazione del carico agente al piede delle centine (celle di carico)**

La valutazione del carico sul rivestimento di prima fase durante gli avanzamenti può essere rilevato tramite celle di carico posizionate al piede delle centine e composte da due piastre di dimensioni analoghe al piede delle centine. In generale lo strumento è costituito da sensori tipo "strain gauges".

Le caratteristiche delle celle di carico sono:

Tipo di misura:	carico dei tiranti
Fondo scala:	1.000 kN
Sovraccarico:	150% FS
Sensibilità:	0,001 mV
Precisione:	< 0.5% F.S.
Segnale in uscita:	-20 mA
Temperatura di esercizio:	-15°C +70°C
Materiale:	acciaio inossidabile

La lettura di 'zero' andrà effettuata quando la centina stessa sarà collegata con tutte le catene alla centina adiacente e subito dopo la posa dello spritz beton.

#### **9.3.4.6 Misure di estrusione del fronte di scavo (estrusometro)**

Consentono di rilevare in continuo gli spostamenti assiali relativi di una serie di basi di misura.

Le misure vengono effettuate in un tubo in PVC L=30 m munito di appositi ancoraggi anulari a distanza di 1 m l'uno dall'altro, che vengono resi solidali con il terreno circostante tramite un'iniezione di malta espansiva. Il foro di sondaggio deve risultare di lunghezza >30m e sarà posto in opera immediatamente dopo l'eventuale intervento di stabilizzazione.

Le misure delle variazioni di distanza tra le coppie di ancoraggi adiacenti vengono effettuate mediante una sonda munita di due teste sferiche che, durante il passaggio nel foro, vanno in battuta contro gli ancoraggi conici.

La precisione è 0.03 mm.

#### **9.3.4.7 Misure di deformazione (estensimetri da calcestruzzo)**

Consistono nella misura delle deformazioni che avvengono nei rivestimenti definitivi e della loro evoluzione nel tempo.

Gli estensimetri possono essere del tipo a corda vibrante o a resistenza elettrica e vengono collegati ad una centralina di misura.

L'installazione va effettuata in più punti all'interno del rivestimento secondo le indicazioni di progetto.

Gli estensimetri devono essere montati a coppie in direzione tangenziale alla superficie della galleria e saldati all'armatura.

Sono costituiti da un corpo tubolare in acciaio inox provvisto alle estremità di due blocchi d'ancoraggio da saldare alla struttura da monitorare. Entro il tubo sigillato, si trova il filo in acciaio che viene messo in vibrazione da un elettromagnete contenuto nella vaschetta, colata con resina, posta in mezzera al tubetto. Le deformazioni della struttura a cui sono ancorati i sensori causano un analogo movimento dei due supporti facendo variare il tensionamento del filo. Questa variazione di tensione provoca una variazione della frequenza di vibrazione della corda. Ogni barretta estensimetrica a corda vibrante verrà corredata di sensore di temperatura a termistore al fine di permettere in fase di elaborazione dei dati la compensazione termica. Il tensionamento dovrà avvenire in fase di installazione durante il fissaggio ai blocchetti d'ancoraggio.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le principali caratteristiche degli strani gauges a corda vibrante sono:

Lunghezza sensore:	150 mm
Campo di misura:	$\pm 1.500 \mu\epsilon$
Sensibilità:	1 $\mu\epsilon$
Precisione:	<2.0% FSR
Coeff. di espansione termica:	$11.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Temperatura di esercizio:	-20°C + 80°C

In alternativa agli estensimetri potranno essere utilizzate le celle di pressione.

#### **9.3.4.8 Determinazione della sollecitazione in parete (martinetto piatto)**

Si determina la sollecitazione circonferenziale agente all'intradosso del rivestimento definitivo.

Il rilascio delle tensioni, provocato da un intaglio eseguito in direzione normale alla superficie della struttura, determina una parziale chiusura dell'intaglio stesso che viene rilevata tramite misure di spostamento.

Viene quindi inserito nell'intaglio uno speciale martinetto piatto, la cui pressione interna viene gradualmente aumentata fino ad annullare lo spostamento prima misurato (cioè ripristinando lo stato tensionale preesistente).

Le misure di spostamento vengono eseguite su diverse basi mediante estensimetro meccanico rimovibile oppure trasduttori elettrici di spostamento. La precisione della lettura è 0.1 % del fondo scala.

#### **9.3.4.9 Misure assestometriche**

Consistono nel determinare le deformazioni indotte nell'ammasso al contorno del cavo e vengono eseguite tramite, assestimetri multibase, che rilevano micromovimenti del terreno in senso assiale alla perforazione in cui sono stati inseriti.

L'assestometro è costituito da una serie di barre a diversa lunghezza (almeno 4) installate e rese solidali con il terreno in un foro di sondaggio realizzato dalla galleria in direzione radiale, come indicato nel programma di monitoraggio di progetto.

Le misure di spostamento sono effettuate per mezzo di un comparatore meccanico. La precisione è 0.25% del fondo scala.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Se l'assestimetro è del tipo cementato in foro, la lettura di "zero" dovrà essere eseguita non prima della presa della miscela cementizia della boiaccia utilizzata per il riempimento.

**9.3.4.10 Misure topografiche**

Consistono nel determinare in concomitanza con lo scavo delle gallerie le variazioni di quota di punti ubicati sul piano campagna.

Le misure sono effettuate attraverso una livellazione topografica e triangolazione di precisione. La precisione è 1 mm.

**9.3.4.11 Misure inclinometriche**

Consistono nel determinare il decorso, nel tempo, degli spostamenti del terreno nell'intorno della galleria in seguito allo scavo.

Le misure sono effettuate mediante una sonda inclinometrica fatta scorrere in un tubo scanalato reso solidale con il terreno all'interno di un foro di sondaggio.

La precisione è 0.2 mm/m.

**9.3.4.12 Misure estenso-inclinometriche**

Consistono nel determinare, nel tempo, gli spostamenti del terreno, secondo tre direzioni tra di loro ortogonali, nell'intorno della galleria in seguito allo scavo.

Le misure sono effettuate mediante o tramite una sonda estenso-inclinometrica tipo DEX-S o similare fatta scorrere in un apposito tubo in materiale plastico ABS fisso da foro, attrezzato con n. 3 anelli magnetici di riferimento montati esternamente alla tubazione.

La tubazione segue le deformazioni del terreno o della roccia in cui è installata e consente quindi di controllarne la deformazione lungo l'asse della tubazione stessa e gli spostamenti in direzione radiale con elevata precisione.

Le caratteristiche del tubo inclinometrico sono:

Profilo: a quattro scanalature ortogonali

Materiale: plastico ABS

Diametro esterno: 70 mm

Diametro interno: 59 mm

Lunghezza spezzoni: 3 metri

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Spiralatura:	< 0.6°/ 3 metri	
Peso:	1.2 kg/metro	
Manicotto di giunzione:	auto-allineante sui due spezzoni di tubo	
	lunghezza	200 mm
	diametro esterno:	70 mm
	peso:	0.25 kg
Anello di riferimento:	Diametro esterno nominale:	93mm
	Materiale:	PVC e magneti permanenti

Le caratteristiche della sonda estenso-inclinometrica fissa DEX-S S (3D – Tridimensionale) sono:

Tipo di misura:	estensimetrica ed inclinometrica
Tipo di sensore:	trasduttore lineare ad elevata precisione (estensimetro) Accelerometro allo stato solido (inclinometro)
Range di misura:	100 mm (estensimetro) $\pm 90^\circ$ (inclinometro)
Precisione sistema:	0.25% FS (estensimetro) $\pm 0.4\%$ FS (inclinometro)
Risoluzione:	0,01 mm (estensimetro) 0.001% FS (inclinometro)
Temperatura di esercizio:	-20°C +60°C
Lunghezza sonda:	1.170 mm
Diametro corpo sonda:	35 mm
Materiale:	acciaio inossidabile e resina termoplastica

Oppure tramite una sonda estenso-inclinometrica tipo T-REX o similare removibile e fatta scorrere all'interno del tubo estenso-inclinometrico in materiale plastico ABS attrezzato con anelli magnetici di riferimento e montati esternamente alla tubazione e con un interasse di 1 m.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La tubazione è formata da singoli spezzoni di tubo giuntati tra loro per mezzo di speciali manicotti autoallineanti. Il tubo internamente presenta quattro scanalature tra loro ortogonali che hanno la funzione di guidare ed orientare la sonda T-REX durante la misura. La tubazione segue le deformazioni del terreno o della roccia in cui è installata e viene periodicamente ispezionata dalla sonda T-REX consentendo di controllarne la deformazione lungo l'asse della tubazione stessa con elevata precisione.

Le caratteristiche del tubo inclinometrico sono:

Profilo:	a quattro scanalature ortogonali	
Materiale:	plastico ABS	
Diametro esterno:	70 mm	
Diametro interno:	59 mm	
Lunghezza spezzoni:	3 metri	
Spiralatura:	< 0.6°/ 3 metri	
Peso:	1.2 kg/metro	
Manicotto di giunzione:	auto-allineante sui due spezzoni di tubo	
	lunghezza:	200 mm
	diametro esterno:	70 mm
	peso:	0.25 kg
Anello di riferimento:	Diametro esterno nominale	: 93mm
	Materiale:	PVC e magneti permanenti

Il sistema di misura T-REX è costituito da:

- una sonda estensimetrica incrementale removibile tipo T-REX montata su carrello con rotelle basculanti;
- rullo avvolgicavo a contatti striscianti completo di cavo operativo marcato ogni 50cm e portante;
- centralina elettronica portatile tipo ARCHIMEDE o similare dotata di display grafico LCD, memoria 2 MB ed alimentazione a batteria interna ricaricabile Ni-MH.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le caratteristiche della sonda estensimetrica T-REX sono:

Tipo di misura:	estensimetrica incrementale
Tipo di sensore:	N.2 trasduttori lineari ad elevata precisione
Base di misura:	1.000 mm
Range di misura:	$\pm 100$ mm
Precisione sistema:	$\pm 0,02$ mm
Risoluzione:	0,01 mm
Temperatura di esercizio:	-10°C +60°C
Lunghezza:	1.530 mm
Diametro corpo sonda:	40 mm
Materiale:	alluminio, acciaio inossidabile ed ottone

#### **9.3.4.13 Misure della pressione interstiziale e del livello di falda**

Consistono nella determinazione della pressione interstiziale nel terreno.

Le misure sono effettuate mediante piezometri installati in foro: a tubo aperto, del tipo Casagrande, o muniti di celle (elettriche, a corda vibrante, pneumatiche).

La precisione è 0.2 -0.5% del fondo scala.

La scelta del tipo di piezometro è strettamente vincolata alla natura del terreno.

#### **9.3.4.14 Misure della portata d'acqua in galleria**

Consistono nella determinazione delle portate d'acqua allorché le acque sono convogliate in un canale a pelo libero, tramite misuratore di portata a stramazzo in parete sottile: si tratta di uno sbarramento del canale, di norma realizzato con una lastra d'acciaio, che permette il transito dell'acqua, sempre a pelo libero, solo attraverso una sezione di forma nota. Si richiede la restituzione grafica e numerica dei seguenti dati: portate Istantanee misurate, diagrammi delle portate in funzione del tempo e delle distanze dal fronte di scavo.

#### **9.3.4.15 Misure dello stato tenso-deformativo del rivestimento**

Consistono nella determinazione dello stato tenso-deformativo del rivestimento.

La stazione di misura è costituita da celle di pressione a fluido ( o in alternativa di coppie di

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

barrette estensimetriche).

La cella dovrà avere fondo scala di 50 bar e sensibilità dell'1 % del fondo scala.

**9.3.4.16 Misure delle pressioni neutre**

Consistono nella determinazione delle pressioni neutre e della loro evoluzione nel tempo tramite stazioni di misura costituite da celle piezometriche, situate in fori radiali rispetto alla sezione trasversale.

Le celle piezometriche saranno di tipo piezoelettrico.

**9.3.4.17 Rilievo delle sezioni con profilometro**

Consiste nel rilevare il rivestimento di prima fase mediante profilometro laser posto al centro della galleria, con il quale si misura la posizione della superficie del rivestimento lungo un cerchio ideale, ortogonale all'asse della galleria, battendo la posizione senza ricorrere all'uso di mire.

**9.3.4.18 Misure di vibrazione**

Consistono nel valutare gli effetti indotti dallo scavo sul traforo autostradale esistente tramite l'ausilio di accelerometri e misuratori di livello sonoro con i quali è possibile determinare l'effetto della vibrazione causato in particolar modo dall'impiego di esplosivo.

**9.3.4.19 Indagini in sito****9.3.4.19.1 Sondaggio a carotaggio continuo***Generalità*

I sondaggi a carotaggio continuo sono caratterizzati dalle seguenti modalità esecutive:

- carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato;
- determinazione del livello di una eventuale falda;
- descrizione stratigrafica in chiave geotecnica;
- annotazione di osservazioni atte alla caratterizzazione geotecnica del terreno;
- eventuale attrezzatura per l'esecuzione di misure in sito.

Il dettaglio delle modalità esecutive è precisato nel programma delle indagini.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel seguito si definiscono le caratteristiche delle attrezzature di perforazione da impiegarsi e le operazioni più direttamente connesse alla perforazione e che devono essere eseguite in quanto parte integrante della esecuzione di un sondaggio.

*Attrezzature di perforazione*

- Sonda a rotazione (testa idraulica)
- La pompa avrà circuito supplementare per il rabbocco del fluido a testa foro.
- Nel caso di impiego di fanghi di circolazione sarà disponibile l'impianto per la preparazione ed il recupero degli stessi.
- Il corredo della sonda deve essere completo di tutti gli accessori necessari per l'esecuzione del lavoro a norma di specifica e degli utensili per la riparazione dei guasti di ordinaria entità.

*Utensili di perforazione*

- Carotiere doppio a corona sottile (T2, T6) con estrattore.  
Diametro nominale  $\varphi_{est} = 60 \div 76$  mm
- Corone di perforazione in widia e diamantate.
- Aste di perforazione con filettatura tronco-conica.  
Diametro esterno  $\varphi_{est} = 60 \div 76$  mm.

*Modalità esecutive*

Le modalità esecutive del sondaggio geotecnico sono le seguenti.

**a) Carotaggio interno**

- Carotaggio integrale e rappresentativo del terreno attraversato, con percentuale di recupero > 85%.
- Il carotaggio sarà eseguito con fluido di circolazione.
- I carotieri saranno azionati ad aste; è ammesso, in alternativa, l'uso di sistemi "wire-line" purchè si ottenga la richiesta percentuale di carotaggio e non si producano dilavamenti e/o rammollimenti del materiale, a giudizio del supervisore alle indagini.  
Qualora richiesto, l'Impresa desisterà dall'uso di sistemi wire-line per proseguire con il tradizionale sistema ad aste.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**b) Rivestimento**

- La perforazione sarà seguita dal rivestimento provvisorio del foro solo in assenza di certo autosostentamento delle pareti, con l'uso di fluido in circolazione.

**c) Stabilità a fondo foro**

- La stabilità del fondo foro sarà assicurata in ogni fase della lavorazione con particolare attenzione nei casi in cui il terreno necessita di rivestimento provvisorio.
- Il battente di fluido in colonna deve essere mantenuto prossimo a bocca foro mediante rabbocchi progressivi specialmente durante l'estrazione del carotiere e delle aste.
- L'estrazione degli utensili deve avvenire con velocità iniziale molto bassa (1 ÷ 2 cm/sec), eventualmente intervallata da pause di attesa per il ristabilimento della pressione idrostatica del fluido sul fondo foro.  
Indesiderabili effetti di risucchio possono anche verificarsi nel caso di brusco sollevamento della batteria di rivestimento, qualora occlusa all'estremità inferiore dal terreno per insufficiente circolazione di fluido durante l'infissione.

*Fluidi di circolazione*

Il fluido di circolazione sarà costituito da:

- acqua,
- fango bentonitico,
- fanghi polimerici.

Nel caso di installazione di piezometri, è ammesso l'uso di acqua o di fanghi polimerici biodegradabili entro 72 h.

L'Impresa potrà proporre l'uso di fluidi diversi dai sopra elencati, con la condizione che in ogni caso il fluido prescelto, oltre ad esercitare le funzioni di raffreddamento, asportazione detriti ed eventuale sostentamento, debba essere in grado di non pregiudicare la qualità del carotaggio ed il funzionamento della strumentazione.

*Rilievo stratigrafico*

Il geologo responsabile del cantiere compilerà una scheda stratigrafica del sondaggio, completandola con gli elementi elencati nei successivi paragrafi.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

*Dati generali e tecnici*

- Date di perforazione.
- Metodo di perforazione.
- Attrezzatura impiegata.
- Diametro di perforazione.
- Diametro del rivestimento.
- Fluido di circolazione.
- Quota assoluta del punto di indagine.
- Nominativo del compilatore.
- Altri eventuali dati.

*Descrizione stratigrafica*

La descrizione stratigrafica sarà compilata in modo tale da specificare per ciascuno strato quanto relativo ai punti sotto elencati:

- a) tipo di terreno;
- b) condizioni di umidità naturale;
- c) consistenza;
- d) colore;
- e) struttura;
- f) particolarità;
- g) litologia ed origine.

La scheda stratigrafica comprenderà inoltre delle osservazioni in merito alla falda idrica, compatibilmente con le modalità esecutive del sondaggio e con la strumentazione installata.

Le modalità di descrizione di seguito illustrate riguardano sia le terre sciolte che le rocce, includendo i termini transizionali intermedi. Per ciascuno dei punti da descrivere, il compilatore della stratigrafia sceglierà dal testo del presente capitolo le parti di interesse specifico, trascurando il resto, ma avendo cura di non tralasciare nessuno degli aspetti da considerare.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**9.3.4.19.2 Indagini in laboratorio**

Tutti i provini prelevati durante i sondaggi a carotaggio continuo, saranno sottoposti a prove di laboratorio secondo le relative norme.

Per i campioni è previsto come prove minime da eseguire, oltre alla caratterizzazione chimico fisica, determinata dal peso di volume e dei caratteri litologici desunti, anche prova di compressione monoassiale semplice, nonché con la determinazione della deformabilità. Infine anche prova di taglio con determinazione della resistenza residua.

**9.3.4.20 Monitoraggio in corso d'opera e d'esercizio**

Nel progetto esecutivo saranno individuate delle sezioni strumentate/stazioni di misura che, nelle varie tratte da analizzare, forniranno i dati necessari per le decisioni operative da assumere durante l'esecuzione dei lavori e i dati in fase di esercizio.

L'analisi strumentale, corredata dalle osservazioni e dai controlli che saranno condotti contestualmente nei riguardi delle condizioni geotecniche dovrà consentire di valutare i seguenti parametri:

- convergenza del cavo;
- velocità di convergenza;
- estrusione del fronte;
- stato tensionale dei rivestimenti, di prima fase e definitivi
- stato deformativo dell'ammasso al contorno del cavo;
- pressioni neutre a tergo dei rivestimenti;
- portate d'acqua in galleria.

In linea generale le stazioni di misura sono:

- Stazioni principali;
- Stazioni di misura delle convergenze;
- Stazioni con estrusometro;
- Stazioni per gli imbocchi
- Stazioni al fronte di scavo

Stazioni principali

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le stazioni principali, da realizzarsi all'immediato ridosso del fronte di avanzamento, permettono la misurazione dello stato tenso-deformativo dell'ammasso vicino e lontano dallo scavo appena eseguito, dell'estensione della eventuale zona di plasticizzazione e della sua evoluzione nel tempo, durante l'esercizio. Permettono inoltre di misurare le eventuali pressioni neutre a tergo dei rivestimenti e le portate d'acqua in galleria. Parte della strumentazione potrà essere mantenuta anche in esercizio, per il controllo a lungo termine del manufatto.

La messa in opera degli strumenti all'interno del cavo verrà eseguita immediatamente dopo il passaggio del fronte di scavo con lettura immediata di "zero".

La stazione sarà di norma così composta:

- n. 3 celle di pressione tra ammasso e rivestimento di prima fase o, in alternativa, 3 coppie di barrette estensimetriche posizionate sulle ali delle centine metalliche del prerinvestimento;
- n. 2 celle di carico posizionate sotto il piede delle centine;
- n. 5 punti per la misura delle convergenze posti sul rivestimento di prima fase e n. 4 punti sul rivestimento definitivo
- eventuale estrusometro sul fronte di scavo  $L=30$  m
- n. 3 estensimetri multibase o estensimetri incrementali di lunghezza pari a 20 m posti in opera radialmente in zona calotta e al reni della cavità, immediatamente dopo il passaggio del fronte sulla sezione prescelta; ciascun estensimetro multibase deve avere almeno 4 basi di misura;
- eventuali 2 coppie di piezometri (del tipo elettrico a corda vibrante o a strain-gauges) di norma sub-orizzontali sui fianchi della galleria;
- n. 9 celle di pressione o barrette estensimetriche da annegare nel rivestimento definitivo;
- eventuale misuratore di portata dell'acqua aggettata dalla galleria.

#### Stazioni di misura delle convergenze

Tali stazioni permettono di rilevare gli spostamenti nel piano trasversale della galleria, esse sono di norma composte da:

- n. 5 punti per la misura delle convergenze posti sul rivestimento di prima fase.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHEStazioni con estrusometro

Tali stazioni permettono di rilevare gli spostamenti longitudinali che possono manifestarsi oltre il fronte di scavo, esse sono composte da :

- n. 1 estrusometro posizionato in asse galleria all'interno di un foro di sondaggio sub-orizzontale.

Stazioni per gli imbocchi

Queste stazioni dovranno essere predisposte ai fini di verificare le condizioni di stabilità dei versanti, prima dell'inizio delle operazioni di scavo, per il controllo delle deformazioni delle paratie di imbocco e del carico dei tiranti di ancoraggio, per assicurare il controllo, sia a breve che a lungo termine, degli eventuali fabbricati, delle strade o preesistenze in genere, che potrebbero insistere sul versante.

Esse sono di norma composte da:

- mire ottiche posizionate sulle opere di imbocco, così come indicato negli elaborati di progetto;
- capisaldi topografici posizionati sul piano di campagna e su fabbricati o preesistenze prospicienti le zone di imbocco;
- estenso inclinometri, della lunghezza indicata in progetto, posizionati in prossimità di fabbricati o preesistenze prospicienti le zone di imbocco;
- estensimetri posizionati sulle paratie a varie quote con la stessa inclinazione dei tiranti;
- celle di carico estensimetriche di tipo toroidale, da applicare sulla testa di alcuni tiranti;
- sensori di temperatura per correlare le misure di deformazione e carico con l'andamento della temperatura esterna;
- piezometri per il controllo della quota della falda durante le fasi di realizzazione dell'opera.

Stazioni al fronte di scavo

La stazione dovrà essere, di norma, composta da mire ottiche removibili, posizionate quando si verifica un fermo cantiere di almeno 40 ore; la lettura di "zero" dovrà essere effettuata immediatamente, in modo che le successive letture siano condotte con frequenza



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

di 1 lettura almeno ogni 2 ore; le mire ottiche andranno riposizionate sul fronte di scavo ad ogni fermo cantiere.

### **9.3.5 Centine metalliche, reti di acciaio a maglie elettrosaldate**

Ogni lotto di materiale impiegato dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del attestanti la conformità alla normativa vigente.

I materiali sprovvisti dei suddetti certificati non potranno essere posti in opera.

In corso d'opera si dovrà verificare il corretto posizionamento dell'armatura e la sua corrispondenza con i disegni di progetto, nonché la corretta esecuzione delle giunzioni.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati.

Tali prove saranno a cura dell'Appaltatore.

### **9.3.6 Ancoraggi**

Nella realizzazione degli ancoraggi si potranno impiegare i seguenti materiali:

a) Armature metalliche:

- Trefoli tipo c.a.p.
- Barre in acciaio ad aderenza migliorata o tipo Dywidag (o simile)

b) Apparecchi di testata -Dispositivi di bloccaggio dei trefoli

- Bulloni
- Piastre di ripartizione

c) Miscele di iniezione

- Cemento
- Inerti
- Acqua d'impasto
- Additivi

d) Dispositivi di protezione

- -Guaine in materiali plastici
- Centratori e distanziatori

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Dispositivi per l'iniezione
- -Resine
- Vetroresine

*Trefoli tipo c.a.p. e barre in acciaio ad aderenza migliorata o tipo Dywidag (o simili)*

I trefoli e le barre, che dovranno provenire da fornitore qualificato, dovranno risultare conformi alle specifiche riportate nel presente Capitolato.

Il fornitore dovrà allegare per ogni lotto di fornitura la documentazione prescritta per i trefoli e per la qualificazione degli acciai di armatura.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto In opera.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Appaltatore.

#### **9.3.6.1    *Apparecchi di testata: Dispositivi di bloccaggio e bulloni***

Il fornitore, dovrà emettere per ogni lotto di fornitura le necessarie certificazioni attestanti la conformità alla normativa vigente, e precisamente:

- allegato "B" della Circolare Min. LL.PP., 30/06/80 per i dispositivi di bloccaggio;
- al D.M. del 9/01/95 parte II -Par 2.5 per i bulloni.

I materiali sprovvisti dei suddetti certificati non potranno essere posti in opera.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Appaltatore.

#### **9.3.6.2    *Prove sull'aggressività dell'ambiente***

Allo scopo di poter definire le caratteristiche del cemento, costituente le miscele, si dovrà accertare della reale aggressività fisico-chimica del terreno sul quale si eseguiranno gli ancoraggi.

Le prove, che saranno condotte da un laboratorio di cantiere consisteranno nella misura dei seguenti valori:

- valore di pH < 6
- grado idrotimetrico dell'acqua del terreno o di falda < 3 °F

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- contenuto in CO<sub>2</sub> disciolta > 30 mg/1
- contenuto in NH<sub>4</sub> > 30 mg/1
- contenuto in Mg<sup>++</sup> > 300 mg/1
- contenuto in SO<sub>4</sub><sup>-</sup> > 600 mg/1 (oppure > di 6000 mg/kg di terreno sciolto)

Gli esiti delle prove saranno comunque comunicati alla DL per conoscenza.

L'ambiente verrà considerato aggressivo nei riguardi del cemento, se è verificata una sola delle condizioni precedentemente riportate.

### **9.3.6.3 Miscele cementizie**

Preparazione dei provini e prove sulle miscele cementizie

Si dovranno eseguire, eventualmente in presenza della DL gli impasti di prova della miscela cementizia, secondo le indicazioni previste in progetto.

Verranno effettuati 3 impasti di prova consecutivi, dai quali verranno confezionati n.8 cubetti, per ognuno di essi, da sottoporre alle seguenti prove:

- n. 1 per determinazione del peso specifico
- n. 1 per determinazione della viscosità Marsch
- n. 1 per prova di decantazione a 24 ore
- n. 1 per misurazione del tempo di presa
- n. 2 per prova di resistenza a compressione a rottura
- n. 1 di riserva
- Resistenza a compressione a 7 giorni e 20 C ± 1 > 15 MPa
- Peso specifico p > 90% del peso spec. Teorico
- Acqua separata per decantazione: max 2% in volume, dopo che la miscela è mantenuta a riposo per tre ore e deve essere completamente riassorbita nelle 24 ore successive. La prova viene eseguita versando 300 ml di miscela in un cilindro di 56 mm di diametro e 140 mm di altezza.
- Fluidità: si controlla mediante il cono di Marsh (diametro ugello: 13 mm) dove il tempo di percolamento deve essere compreso tra 10 -30 sec.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Tempo di presa: il tempo di inizio presa, misurato secondo le indicazioni del D.M. 03/06/68, a 20 °C, deve essere superiore a tre ore. Mentre il tempo di fine presa a 5 °C deve essere inferiore a 24 ore.

I risultati delle prove eseguite verranno riportati su una apposita relazione, dove verrà definita la composizione della miscela da utilizzare in fase esecutiva.

Su tale relazione si dovrà riportare:

- Elenco dei materiali impiegati, indicante provenienza, tipo, e qualità dei medesimi;
- Certificati dei materiali costituenti la miscela di impasto;
- Tipo e dosaggio del cemento;
- Rapporti acqua/cemento;
- Tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- Risultati delle prove preliminari di resistenza a compressione;
- Caratteristiche dell'impianto di confezionamento.

La documentazione dovrà essere fornita alla DL, che procederà all'eventuale approvazione.

L'approvazione tuttavia, non solleva l'Appaltatore dalle sue responsabilità in base alle Norme vigenti.

#### **9.3.6.4 Guaine in materiale plastico**

Le guaine dovranno provenire da fornitori qualificati, i quali dovranno allegare ad ogni lotto di fornitura la certificazione, del materiale fornito.

Si dovrà verificare che i diametri di guaina ordinati siano congruenti con i diametri dei trefoli da impiegare,

I materiali sprovvisti di tale documentazione non potranno essere posti in opera.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Appaltatore.

#### **9.3.6.5 Dispositivi di iniezione**

La fornitura certificata dal fornitore come conforme alle specifiche riportate nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Egli inoltre deve allegare alla fornitura una dichiarazione sul l'effettuato controllo di perfetta efficienza delle valvole, per ogni dispositivo fornito.

La DL potrà effettuare saggi e prove a sua discrezione sui materiali impiegati, il tutto a cura dell'Appaltatore.

**Resine**

Le resine da impiegare negli ancoraggi con chiodi dovranno essere di marca conosciuta.

Il produttore dovrà fornire la seguente documentazione:

- Le istruzioni di dosaggio per le resine epossidiche,
- I tempi di polimerizzazione, con il campo di tolleranza, per le resine poliesteri,
- La certificazione di assenza di emissioni gassose durante i processi di polimerizzazione,

Dovrà inoltre fornire le certificazioni delle seguenti prove sul materiale:

-Misura di viscosità, da effettuarsi con il metodo ASTM D2393/72, con limite di accettabilità compreso tra 300 e 3000 cP a 20°C

- Misura del tempo di gel, secondo prova ASTM D2471/71, da eseguirsi nelle condizioni ambientali di impiego della resina. In altre condizioni il tempo di gel potrà essere anche fornito dal produttore in altre condizioni operative, purché determinato secondo le modalità di cui sopra.
- Misura della differenza di peso tra miscela fluida iniziale e miscela indurita, con il valore limite à 5% del peso iniziale.
- Prove di resistenza a trazione delle resine indurite in aria ed in acqua su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819/66 (con spessore di 10 mm.)

La riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita in aria.

Tutta la documentazione precedentemente riportata dovrà essere fornita alla DL, i materiali sprovvisti di tale documentazione non potranno essere posti in opera.

La DL si riserva la facoltà di far eseguire ulteriori prove di controllo dei materiali in esame.

Tali prove sono a cura dell'Appaltatore.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**9.3.6.6 Vettoresine**

Il produttore di manufatti deve fornire la documentazione delle vetroresine che saranno impiegate per la realizzazione degli elementi di rinforzo, così come previsto nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

In accordo alla tabella riportata nel punto precedentemente richiamato, il produttore dei manufatti in vetroresina deve fornire le certificazioni delle seguenti prove sulla vetroresina impiegata:

- peso specifico, secondo UNI 7092/72
- resistenza a trazione, secondo UNI EN61 mod
- resistenza a taglio, secondo ASTM D 732 85
- Modulo di elasticità, secondo UNI EN61 mod

Il produttore dovrà inoltre certificare che:

- il contenuto in vetro sia conforme ai limiti richiesti;

Tutta la documentazione prodotta dovrà essere consegnata alla DL.

La DL potrà richiedere ulteriori prove per accertare le volute caratteristiche dei materiali.

**9.3.6.7 Controlli in corso d'opera**

Prima dell'inizio dei lavori di iniezione di cementazione degli ancoraggi, si dovrà comunicare per iscritto alla DL la data prevista per i lavori.

**9.3.6.8 Predisposizione degli ancoraggi per prove di carico a rottura**

Si dovrà predisporre la realizzazione di ancoraggi supplementari da destinare alle prove di carico a rottura.

Gli ancoraggi per le suddette prove distruttive non dovranno appartenere alla struttura da consolidare, ma eseguiti nello stesso sito e nella stessa situazione geologico-geotecnica (geomeccanica) con le stesse modalità costruttive di quelli di esercizio.

Gli ancoraggi per le prove a rottura dovranno essere realizzati nei casi e nelle quantità prescritte nel presente Capitolato.

Prove di carico a rottura Le prove di carico a rottura, eventualmente da realizzare su ancoraggi preliminari di prova, saranno obbligatorie ogni qualvolta il numero totale di ancoraggi da realizzare sia:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- n > 50 nel caso di tirante
- n > 100 nel caso di barre o bulloni.

Per ogni tipo di ancoraggio e per ogni tipo di terreno o sito, si eseguiranno prove di rottura in numero:

- di 1 tirante ogni 100, o frazione di 100,
- di 1 barra o bullone ogni 200, o frazione di 200, e comunque non meno di 3 unità per zone omogenee di ammasso

pari almeno al 2% dei chiodi, e comunque non meno di 3 unità per zone omogenee di ammasso.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti ancoraggi, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Appaltatore.

#### **9.3.6.9 Perforazioni**

Si dovrà verificare che per ogni tirante, barra o bullone posto in opera, l'Appaltatore dovrà fornire una scheda contenente, le seguenti informazioni:

- modalità di perforazione (utensili, fluido, rivestimenti)
- tipo e caratteristiche dell'armatura
- tipo e modalità dell'iniezione
- valori di tensionamento

#### **Predisposizione ed inserimento degli ancoraggi**

Si dovrà verificare che:

- tutti gli equipaggiamenti da immettere nel foro, siano essi tiranti, barre o chiodi, siano dotati delle attrezzature di corredo necessarie e prescritte dal progetto e dal Capitolato di Costruzione (ad esempio per i tiranti: testata, guaina di isolamento, sacco otturatore).
- Le dimensioni dei trefoli, delle barre o dei chiodi siano pari a quelli previsti in progetto.

Nel caso di allestimento di ancoraggi con tiranti o barre, da assoggettare a prova di carico a rottura, si dovrà verificare che gli ancoraggi sia stati realizzati secondo le caratteristiche della prova.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Siano presenti le certificazioni previste, per ogni parte costituente l'equipaggiamento di ancoraggio.
- L'ancoraggio sia stato approntato nella maniera prescritta, come ad esempio sia stata adeguatamente ingrassata la superficie di contatto tra guaina e tratto libero di un tirante o di una barra.

**9.3.6.10 Controlli sulle miscele cementizie**

In sede di posa in opera si dovranno effettuare le seguenti attività:

prelievo dei campioni di miscela preparata per le prove di compressione monoassiale.

Verifica della fluidità ad ogni impasto, tale valore si potrà scostare al massimo di  $\pm 5$  secondi da quello misurato sulla miscela iniziale.

Si dovrà verificare che avvenga il riempimento del foro, dell'eventuale sacco otturatore e del bulbo interno per tiranti definitivi.

**9.3.6.11 Iniezione selettive a pressioni e volume controllati di miscele cementizie**

Verificare che la pressione di apertura della valvola del tubo iniettore non superi i 60 bar.

Controllare che venga raggiunta in ogni iniezione la pressione di rifiuto.

Controllare che la pressione sia tale da non superare quella di "claquage" del terreno.

**9.3.6.12 Iniezioni di resine**

Si dovrà controllare:

L'esistenza in cantiere delle prescrizioni del produttore sui dosaggi dei componenti delle resine. Che sia stato predisposto il tubo di sfiato.

Al termine dell'iniezione verificare che lo sfiato sia opportunamente occluso.

Tensionamento degli ancoraggi e collaudi

La DL dovrà essere presente a tutte le fasi di messa in tensione e di collaudo di ogni singolo ancoraggio. Ai sensi della procedura di messa in tensione si farà riferimento ai seguenti carichi:  $N_o=0.1$   $N_{es}$ = forza di allineamento  $N_{es}$ = forza di esercizio  $N_e=1.2$   $N_{es}$ = forza di collaudo  $N_t$ = forza di tesatura.

il tensionamento avverrà attraverso le seguenti fasi:



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- a) Viene applicato il carico di allineamento  $N_0$ ; la corrispondente deformazione farà da riferimento per la misura dei successivi allungamenti.
- b) Il campo  $N_e-N_0$  viene diviso in  $n. > 6$  gradini  $\Delta N$ ; ad ogni gradino si misureranno le corrispondenti deformazioni a carico costante mantenuto per un tempo:
- $\Delta t > 5$  minuti per ancoraggi in roccia o in terreni incoerenti;
  - $\Delta t > 15$  minuti per ancoraggi nei terreni coesivi
- c) Raggiunto il carico  $N_e$ , il tirante viene scaricato sino al valore  $N_0$ , misurando il relativo allungamento residuo.
- d) Vengono inseriti i dispositivi per il bloccaggio e si provvede ad applicare il carico  $N_t$ .

Qualora non sia prevista l'esecuzione della prova di collaudo il carico di tensionamento viene applicato durante la fase "b", avendo suddiviso il campo  $N_t-N_0$  in  $n \geq 3$  gradini  $\Delta N$ .

Per ciascun ancoraggio collaudato e/o messo in tensione, l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori la relativa documentazione, completa di tabelle e grafici.

Si dovrà verificare che le apparecchiature utilizzate per i tensionamenti di prova di collaudo siano provviste di certificato di taratura emesso da un Laboratorio Ufficiale.

Si dovrà verificare che l'entità dei carichi applicati, le modalità e i tempi di applicazione, sia in conformità con quanto sopra indicato. Si dovrà verificare che le letture strumentali vengano fatte correttamente e con il grado di precisione richiesto. Si dovrà verificare che vengano applicati i dispositivi di bloccaggio.

Per ogni tirante eseguito l'Appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti Indicazioni:

- n. del tirante e data di esecuzione
- lunghezza della perforazione
- modalità di esecuzione della perforazione:
  - utensile
  - fluido
  - rivestimenti
- caratteristiche del tirante (armatura, lunghezza della fondazione) volume dell'iniezione di 1a fase

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:
  - data
  - pressioni di apertura
  - volumi di assorbimento
  - pressioni raggiunte
- caratteristiche della miscela utilizzata:
  - composizione
  - peso specifico
  - viscosità Marsh
  - rendimento volumetrico o

decantazione dati di identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di compressione a rottura

- allungamento sotto il carico di collaudo
- valore della forza di tensionamento.

### ***Controlli durante le prove a rottura***

La DL dovrà essere presente a tutte le fasi di prova a rottura di ogni i singolo ancoraggio e dovrà verificare che:

le apparecchiature utilizzate per l'applicazione dei carichi siano provviste di certificato di taratura emesso da un Laboratorio Ufficiale, con data non superiore ai 6 mesi.

Controllare che vengano rispettate le fasi, le modalità e le propedeuticità prescritte.

Verificare l'entità dei carichi applicati, le modalità ed i tempi di applicazione in conformità a quanto indicato nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

Verificare che le letture strumentali vengano fatte correttamente e con il grado di precisione voluto. Tracciare i diagrammi forze-allungamenti.

### **9.3.7 Conglomerato cementizio proiettato**

Le prove ed i controlli relativi al calcestruzzo cementizio proiettato saranno effettuati secondo quanto previsto dalla Normativa vigente, UN110834.

Il conglomerato cementizio, da applicare a spruzzo per il rivestimento di prima fase, dovrà essere confezionato nel rispetto delle prescrizioni di progetto e del presente capitolato

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le resistenze saranno determinata mediante l'uso di appositi pannelli confezionati con apposite cassaforme tali da realizzare dei pannelli di dimensioni 60 cm \* 60 cm, e di 15 cm di spessore, collocati su una parete inclinata di 10°-20°ottenuti proiettando ortogonalmente a questa il conglomerato.

Tali pannelli dovranno fornire 6 - 8 provini di conglomerato con rapporto altezza/diametro pari a  $h/d = 2$  ed altezza pari a 10 cm.

Tali prelievi dovranno essere condotti ogni 500 mc materiale posto in opera.

Oltre alle prove suddette in ogni caso dovranno essere prelevate direttamente dalla parete almeno 10 carote ogni 1000 metri cubi di conglomerato cementizio proiettato in opera sulle quali determinare la massa volumica e la resistenza a compressione monoassiale.

La media dei valori della massa volumica ricavati in sito non dovrà essere inferiore al 98% dei valori dichiarati nello studio preliminare di qualificazione.

Si dovranno accertare gli spessori dei rivestimenti posti in opera.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Appaltatore.

### **9.3.8 Conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato**

In corso d'opera si procederà al controllo della quantità di fibra immessa mediante prelievo alla bocca della betoniera di tre campioni di conglomerato di volume predeterminato da cui estrarre le fibre rapportandone il peso effettivo a quello teorico.

Si dovrà verificare che le fibre soddisfino alle prescrizioni riportate nel capitolo relativo ai materiali del presente Capitolato e che per ogni lotto di fibre siano presenti i corrispondenti certificati richiesti per il materiale costituente le fibre.

Il contenuto di fibre nella miscela dovrà essere determinato dalla media dei valori ricavati sui tre campioni, mediante separazione per lavaggio.

Le caratteristiche del conglomerato cementizio proiettato fibrorinforzato, dovranno essere verificate attraverso le seguenti prove:

- resistenza a compressione monoassiale;
- prova di assorbimento di energia.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per quanto riguarda le prove di compressione monoassiale si ritiene valido quanto già riportato nel presente Capitolato ed al quale si rimanda, valido per il conglomerato cementizio non armato.

La prova di assorbimento di energia dovrà essere condotta in fase preliminare e nella fase di controllo, su una piastra quadrata di dimensioni 60\*60\*10 cm, ricavata da un pannello di conglomerato cementizio proiettato messo in opera su una parete verticale.

Dopo una maturazione di 28 giorni la suddetta piastra viene poggiata su di un supporto metallico quadrato tale da avere una luce libera di 50\*50 cm, con la superficie di proiezione rivolta verso il basso, e caricata centralmente da un punzone avente superficie di impronta quadrata pari 100 cm<sup>2</sup>, con una velocità di deformazione pari a 1,5 mm/min.

Durante la fase di carico verranno registrate le coppie dei valori sforzo-deformazione fino al raggiungimento di una deformazione di 25 mm.

A tale deformazione arrestare la prova, asportare il provino e fotografarlo.

L'energia assorbita in quel momento dovrà risultare non inferiore a 500 Joule (Nmm).

La prova di assorbimento di energia oltre, dovrà essere eseguita ogni 1000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo proiettato posto in opera.

Si dovranno accertare gli spessori dei rivestimenti posti in opera.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Appaltatore.

### **9.3.9 Conglomerato cementizio gettato in opera**

Il conglomerato cementizio gettato in opera dovrà soddisfare le prescrizioni ed i controlli previsti per le opere di conglomerato cementizio e a quanto riportato nella sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Prima dell'esecuzione dei getti, si dovrà verificare che il calcestruzzo sia posto in opera su superfici e riprese di getto opportunamente preparate e pulite secondo le indicazioni di progetto.

Si dovrà verificare che le modalità di getto siano conformi alle indicazioni del presente Capitolato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si dovrà verificare che la cassaforma e l'armatura eventualmente presente siano opportunamente collocate e che lo spessore del rivestimento sia quello di progetto.

La DL potrà richiedere l'esecuzione di eventuali prove aggiuntive per verificare le caratteristiche del calcestruzzo posto in opera, tali prove sono a cura dell'Appaltatore.

**9.3.10 Drenaggi**

Si dovrà verificare che i materiali impiegati siano dotati dei certificati richiesti dal presente Capitolato, e che questi soddisfino le prescrizioni richieste.

Nel caso che i materiali non soddisfassero i predetti requisiti, questi dovranno essere allontanati dai cantieri e sostituiti con altri aventi i predetti requisiti.

Nel caso in cui questi siano già stati posti in opera, dovranno essere rimossi e sostituiti con altri idonei.

In corso d'opera si dovrà verificare il corretto posizionamento plano-altimetrico dei tubi costituenti le canalette di raccolta, con frequenza giornaliera, o ogni lotto di lavoro se di durata inferiore.

Si dovrà verificare che le dimensioni del diametro delle perforazioni dei tubi drenanti, sia quella prevista in progetto, così come la lunghezza della perforazione.

Si dovrà verificare che il foro sia perfettamente pulito, prima della posa in opera del tubo drenante.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

Tali controlli sono a cura dell'Appaltatore.

**9.3.11 Impermeabilizzazione**

Per quanto riguarda i materiali questi dovranno soddisfare i requisiti che sono riportati nel relativo paragrafo del presente Capitolato, per ogni lotto di fornitura.

Per quanto riguarda i geotessili, si dovranno effettuare i controlli riportati nel punto 2.5.4 della Sezione "Movimenti di Terra".

Si dovrà inoltre verificare che questi siano posti in opera correttamente secondo le prescrizioni riportate nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

Si dovrà verificare che le venute d'acqua più consistenti siano opportunamente convogliate.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si dovrà verificare che le parti metalliche sporgenti, siano opportunamente ricoperte con betonano proiettato.

Si dovrà inoltre verificare che le guaine in PVC siano poste in opera correttamente e con le volute sovrapposizioni secondo le prescrizioni riportate nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

I giunti di saldatura, realizzati mediante termosaldatura, dovranno essere verificati in ragione di almeno una prova ogni 50 giunti, o frazione di 50 e ciascuna prova dovrà essere verbalizzata.

Nel caso in cui la prova dia esito negativo, l'Appaltatore dovrà provvedere,, a sua cura e spese, al rifacimento delle saldature difettose, eventualmente anche con sostituzione delle guaine compromesse.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i suddetti materiali, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

### **9.3.12 Preconsolidamento del fronte di scavo**

Per quanto riguarda il materiale questi dovranno soddisfare i requisiti che sono riportati nel relativo paragrafo del presente Capitolato, che dovranno essere documentati da idonea certificazione del produttore per ogni lotto di materiale posto in opera.

Nel caso che i materiali non soddisfacessero i predetti requisiti, questi dovranno essere allontanati dal cantiere e sostituiti con altri aventi i predetti requisiti.

Il tutto a cura e spese dell'Appaltatore.

L'esecuzione di ogni trattamento di preconsolidamento con elementi strutturali in vetroresina, sarà documentato mediante compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con la DL, di una apposita scheda contenenti le seguenti registrazioni:

- identificazione di ciascun elemento strutturale, con riferimento alla sezione tipo di progetto;
- data di esecuzione delle perforazioni e delle relative iniezioni;
- lunghezza di ciascun elemento;
- assorbimento di miscela nell'iniezione di ciascun elemento;
- eventuale additivo impiegato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Durante il rilevamento si dovrà verificare che la posa in opera del trattamento sia tale da soddisfare le tolleranze prescritte da questo Capitolato, e la richiesta sovrapposizione prevista in progetto.

Nel corso delle operazioni di iniezione, si dovranno prelevare campioni della miscela di iniezione, almeno ogni 100 tubi posti in opera sui quali si dovranno effettuare i medesimi accertamenti ivi previsti.

Sugli elementi posti in opera, dovranno essere effettuate delle prove di strappo, per verificare la validità delle prescrizioni progettuali e della bontà della posa in opera.

Tali prove, dovranno essere effettuate in numero minimo di una prova ogni 500 elementi posti in opera, e comunque ogni 100 m di avanzamento dello scavo.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i materiali costituenti l'elemento strutturale, il tutto a cura dell'Appaltatore.

### **9.3.13 Iniezioni**

In sede di prequalifica, le miscele confezionate in cantiere dovranno essere sottoposte alle seguenti prove, ricavando 10 provini da tre impasti di prova consecutivi:

- composizione e rapporto acqua/cemento;
- peso specifico;
- viscosità Marsh;
- viscosità apparente (Rheometer);
- pressofiltrazione;
- tempo di presa;
- decantazione;
- dati per la identificazione dei campioni prelevati per le successive prove di laboratorio (resistenza a compressione monoassiale, permeabilità).

I materiali dovranno soddisfare le indicazioni previste dal presente Capitolato, nonché essere compatibili con la situazione ambientale.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'esecuzione di ogni trattamento di preconsolidamento con tubi valvolati sarà documentato mediante compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con la Direzione Lavori, di una apposita scheda con le seguenti registrazioni:

- 1 - data di esecuzione e ubicazione (progressiva metrica dall'imbocco della galleria) del campo di trattamento;
- 2 - identificazione di ciascun tubo, con riferimento alla sezione tipo di progetto
  - data di inizio e termine della perforazione, nonché le sue modalità;
  - profondità di perforazione, lunghezza del tubo di iniezione e sue caratteristiche;
  - numero delle valvole di iniezione.
- 3 - per ciascun tubo, numero d'ordine e posizione (distanza dal fronte in m) delle valvole di iniezione;
- 4 - per ciascuna valvola, caratteristiche e composizione della miscela iniettata e valori dei seguenti parametri di iniezione assegnati a seguito di apposito campo prova da realizzare prima dell'inizio degli interventi:
  - volume massimo  $V_{max}$  (litri);
  - portata  $q = cost$  (litri/min);
  - eventuale pressione massima  $P_{max}$  (bar);
- 5 - sempre per ciascuna valvola e in relazione ai diversi tipi di comportamento del terreno, valori registrati in fase di iniezione:
  - pressione iniziale di rottura della valvola  $P_{O}$  (bar);
  - pressione al termine dell'iniezione  $P_{fim}$   $P_{creack}$   $P_{rif}$  (bar);
  - assorbimento di miscela  $vin$  (litri);
  - tempo di iniezione  $t$  ;
  - portata  $q$  (litri/min) dell'eventuale iniezione di IIa fase;
  - pressione iniziale e finale, assorbimento e durata dell'eventuale iniezione di IIa fase.

Prima di dare inizio all'esecuzione sistematica dei trattamenti dovrà essere effettuata la messa a punto del sistema ed eseguito un campo prova.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel corso delle operazioni di iniezione si preleverà un campione della miscela di iniezione almeno ogni 50 tubi. Sul campione si determineranno: peso specifico mediante apposita bilancia, decantazione (bleeding), mediante buretta graduata del diametro di 30 mm.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo  $3\text{g/cm}^3$  il peso specifico del cemento e  $2.65\text{ g/cm}^3$  quello degli inerti, 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 di 7 o 10 cm di lato, da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione.

Le modalità di prova dovranno essere conformi alle normative vigenti ed alle preventive richieste della Direzione Lavori.

Per ogni lotto di materiale impiegato (tubi a valvola e guaine), si dovranno verificare i certificati corrispondenti alle specifiche richieste nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo i materiali impiegati, il tutto a cura dell'Appaltatore.

Si dovrà verificare che la posizione planimetrica delle perforazioni soddisfi le tolleranze richieste, nonché la avvenuta pulizia del foro da detriti.

In sede esecutiva, i controlli, a cura e spese dell'Appaltatore, eseguiti in contraddittorio con la Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare le congruenze dei risultati conseguiti con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

Lo spessore dello strato di terreno consolidato, la sua resistenza a compressione e l'R.Q.D., dovranno essere accertati mediante carotaggi a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6S con corone diamantate di diametro nominale  $\geq 100$  mm, con la frequenza di almeno tre carotaggi per ogni 10 m di galleria preconsolidata.

I carotaggi dovranno essere eseguiti dopo l'applicazione del rivestimento di prima fase in conglomerato cementizio spruzzato, posizionandoli nei punti scelti dalla Direzione Lavori con andamento radiale rispetto all'asse della galleria e dovranno essere spinti per l'intero spessore dello strato di terreno consolidato fino a penetrare nel terreno naturale.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogate.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (Indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza  $\geq 100$  mm:

Somma della lunghezza degli spezzoni  $\geq 100$

R.D.Q. = -----\* 100

lunghezza perforata

Da ogni carota verranno selezionati alcuni spezzoni da sottoporre a prove di resistenza a compressione semplice con rilievo della curva sforzi-deformazioni nei diversi tempi di maturazione, ed in particolare per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo del lavoro, che dovranno comunque soddisfare i valori minimi richiesti.

La resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

La DL potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura e spese dell'Appaltatore.

#### 9.3.14 Tubi metallici valvolati ed iniettati

I materiali costituenti il singolo tubo dovranno essere certificati dal produttore, in modo da soddisfare le indicazioni riportate nel relativo paragrafo del presente Capitolato.

Per quanto riguarda la miscela di iniezione si ritengono valide le indicazioni riportate nel relativo paragrafo del presente Capitolato, valido per gli ancoraggi.

L'esecuzione di ogni singolo tubo iniettato e valvolato sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione del tubo;
- data di inizio perforazione e termine iniezione, nonché sue modalità;
- profondità della perforazione, con inizio e fine tratto armato;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione e sue caratteristiche.

Si dovrà verificare che ogni singolo elemento posto in opera soddisfi alle tolleranze richieste.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La DL potrà in ogni caso ordinare che vengano sottoposti ad ulteriori prove di controllo, per accertarne le loro caratteristiche e la validità della posa in opera.

### 9.3.15 Jet-grouting

Prima di procedere alla esecuzione di colonne di terreno consolidato, l'Appaltatore dovrà eseguire a sua cura e spese una serie di "colonne di prova" atte a dimostrare l'idoneità e la fattibilità delle modalità prescelte, nonché a determinare i valori ottimali delle pressioni di iniezione, delle velocità di rotazione e di estrazione delle aste, e dei dosaggi della miscela.

Le colonne di prova saranno eseguite in terreni aventi caratteristiche identiche a quelle su cui si dovrà operare.

Il numero e le lunghezze delle colonne di prova saranno concordate con la Direzione Lavori sulla base della eterogeneità dei terreni da trattare, dei parametri progettuali e dell'importanza dell'intervento.

Successivamente, a cura e spese dell'Appaltatore, la serie di prove sarà scoperta per almeno 5 m e sottoposta ad esame visivo al fine di verificarne: diametro reso, regolarità, buona conformazione e, ove richiesta, l'avvenuta compenetrazione.

Su alcune delle colonne di prova sarà eseguito un carotaggio continuo di diametro non inferiore a 100 mm per l'intera lunghezza della colonna. La percentuale di carotaggio estratto non dovrà risultare inferiore all'85% della lunghezza teorica della colonna ed il valore dell'R.Q.D. non dovrà essere inferiore al 70%.

Le carote estratte da ciascun sondaggio dovranno essere catalogate in apposite cassette ed accompagnate da una descrizione dettagliata del grado di continuità dei campioni estratti, della lunghezza di ciascun pezzo di carota, del numero dei giunti e della eventuale presenza di lenti di terreno non consolidato.

Saranno inoltre eseguite prove di laboratorio su campioni indisturbati per accertare rigidità, resistenza e, ove richiesto, permeabilità del materiale consolidato.

La resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

Qualora la serie delle colonne di prova non fornisca soddisfacenti garanzie in ordine alla regolarità ed alla buona conformazione delle colonne stesse o i risultati dei carotaggi e delle prove in sito ed il laboratorio fossero giudicati inaccettabili, si renderà necessaria la realizzazione di nuove serie di colonne di prova fino ad ottenere risultati soddisfacenti.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In fase di realizzazione dell'opera, l'esecuzione di ogni trattamento colonnare, sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la DL, di una apposita scheda sulla quale dovranno essere registrati i seguenti dati:

- identificazione della colonna;
- data di inizio della perforazione e termine di iniezione;
- profondità e modalità di perforazione con inizio e fine tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- eventuale armatura, sua lunghezza e caratteristiche.

I materiali costituenti la singola armatura dovranno essere certificati dal produttore, in modo da soddisfare le indicazioni riportate nel presente Capitolato.

Nel caso in cui non siano dotati delle suddette certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

I controlli in fase esecutiva, sui trattamenti colonnari, da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, sotto il controllo della DL, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con quelli definiti nella fase sperimentale e nel rispettare le tolleranze richieste.

Il diametro delle colonne e la resistenza a compressione monoassiale dovranno essere accertati mediante carotaggio a rotazione con batteria di aste e doppio carotiere tipo T2 e/o T6S con corone diamantate di diametro nominale,  $\geq 100$  mm, con la frequenza di almeno 3 carotaggi ogni 100 colonne eseguite.

Le carote estratte devono essere custodite con cura in apposite cassette catalogatrici.

In questa fase dovrà essere determinato l'indice R.Q.D. (indice di Recupero Modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto dei soli spezzoni di carota di lunghezza  $\geq 100$  mm:

Somma della lunghezza degli spezzoni  $\geq 100$

R.D.Q. = -----\* 100

lunghezza perforata

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Da ogni carota verranno selezionati alcuni spezzoni da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in Laboratorio per le prove di resistenza a compressione, con rilievo della curva sforzi deformazioni, da eseguire per i tempi di maturazione corrispondenti a quelli dell'effettivo utilizzo del lavoro, la resistenza a compressione monoassiale, verrà determinata come la media dei risultati ottenuti su quattro provini.

Il corretto posizionamento delle colonne, la lunghezza e le eventuali deviazioni dell'asse saranno verificati mano a mano che procedono gli scavi in sotterraneo.

La DL potrà in ogni caso ordinare che si proceda ad ulteriori prove di controllo, il tutto a cura dell'Appaltatore.

## **CAPITOLO 10.PAVIMENTAZIONI**

---

## 10.1 GENERALITÀ

In linea generale, salvo diversa disposizione della DL, la sagoma stradale per tratti in rettilineo sarà costituita da due falde inclinate in senso opposto aventi pendenza trasversale del 2.5%.

Alle banchine sarà assegnata la stessa pendenza trasversale. Per le sedi unidirezionali delle autostrade, nei tratti in rettilineo, si adotterà di norma la pendenza trasversale del 2.5%.

Le curve saranno convenientemente rialzate sul lato esterno con la pendenza prevista da progetto in accordo con la DL, in funzione del raggio di curvatura e con gli opportuni tronchi di transizione per il raccordo della sagoma in curva con quella dei rettifili o altre curve precedenti e seguenti.

Il tipo e lo spessore dei vari strati, costituenti la sovrastruttura, saranno quelli stabiliti, per ciascun tratto, dal progetto in accordo con la DL, in base ai risultati delle indagini geotecniche e di laboratorio eseguite.

I materiali, le terre, impiegati nella realizzazione della sovrastruttura, nonché la loro provenienza dovranno soddisfare le prescrizioni riportate in questa sezione.

La DL potrà ordinare ulteriori prove su detti materiali, presso Laboratori Ufficiali.

In cantiere dovranno essere attrezzati dei laboratori, con personale qualificato, nei quali eseguire le prove di routine per l'identificazione delle richieste caratteristiche.

L'approvazione della DL circa i materiali, le attrezzature, i metodi di lavorazione, non solleva l'Appaltatore dalla responsabilità circa la riuscita del lavoro.

L'Appaltatore dovrà curare di garantire la costanza della massa, nel tempo, delle caratteristiche delle miscele, degli impasti e della sovrastruttura resa in opera.

Salvo che non sia diversamente imposto dai punti seguenti, la superficie finita della pavimentazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto più di 1 cm, controllata a mezzo di un regolo lungo 4.50 m disposto secondo due direzioni ortogonali, è ammessa una tolleranza in più o in meno del 3%, rispetto agli spessori di progetto, purché questa differenza si presenti solo saltuariamente.

## 10.2 STRATI DI FONDAZIONE

### 10.2.1 Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato

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.

### 10.2.2 Fondazione eseguita con materiale proveniente da cava, da scavi o da depositi

Il materiale da impiegare, sia per le fondazioni di viabilità all'aperto che per la fondazione della pavimentazione in galleria, dopo l'eventuale correzione e miscelazione in impianto fisso, dovrà rispondere alle caratteristiche seguenti:

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

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
crivello 71	100
crivello 40	75-100
crivello 25	60-87
crivello 10	35-67
crivello 5	25-55
Setaccio2	15-40
Setaccio0.4	7-22
Setaccio0.075	2-10

- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34-1973)
- e) eseguita sulle singole pezzature inferiore al 30%;



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

f) equivalente in sabbia (UNI EN 933-8:2000) 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 (UNI 10009) di cui al successivo comma.

g) indice di portanza CBR (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 a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 -35;

h) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHTO modificata (CNR 69 -1978).

Le caratteristiche suddette dovranno essere accertate a cura dell'Appaltatore, 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'Appaltatore 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'Appaltatore 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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'Appaltatore, dovrà essere allontanato dal cantiere.

**10.2.3 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.

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:

$$d_r = \frac{d_i P_c (100 - x)}{100 P_c - x d_i}$$

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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'Appaltatore, 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'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà provvedere al raggiungimento dello spessore prescritto.

#### **10.2.4 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 indicato in progetto e comunque non dovrà mai avere uno spessore finito inferiore ai 10 cm.

##### **10.2.4.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

###### **10.2.4.1.1 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

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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:

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

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
crivello 40	100
crivello 30	80-100
crivello 25	72-90
crivello 15	53-70
crivello 10	40-55
Setaccio5	28-40
Setaccio2	18-30
Setaccio0.4	8-18
Setaccio0.18	6-14
Setaccio0.075	5-10

- c) perdita in peso alla prova Los Angeles (CNR 34-1973) non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (UNI EN 933-8:2000) compreso fra 30 -60;
- e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

#### **10.2.4.1.2 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'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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

**10.2.4.1.3 Acqua**

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

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

**10.2.4.1.4 Studio della miscela in laboratorio**

L'Appaltatore 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 (UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); 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 soia 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).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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" (UNI 6135), 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.

#### **10.2.4.1.5 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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

formazione dei giunti longitudinali, che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale simile.

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'Appaltatore.

**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/m<sup>2</sup>, 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  $\pm 5$  punti % fino al passante al crivello n° e di  $\pm 2$  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'Appaltatore 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, ciò potrà essere ottenuto con una misura diretta consistente nella separazione mediante vagliatura degli elementi di pezzatura maggiore di 25 mm e nella loro sistemazione nel cavo di prelievo prima di effettuare la misura con volumometro.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

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.

## **10.2.5 Strato di base**

### **10.2.5.1 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"), di spessore variabile tra cm 8 e cm 10, 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.

#### **10.2.5.1.1 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  
PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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 al seguente requisito:

- 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 (UNI EN 933-8:2000) 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:

- setaccio UNI 0,18 (ASTM n. 80): passante in peso: 100%;
- setaccio UNI 0,075 (ASTM n. 200): passante in peso: 90%. La granulometria dovrà essere eseguita per via umida.

#### **10.2.5.1.2 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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..

TABELLA BITUMI DI BASE		BITUME "A"	BITUME "B"
CARATTERISTICHE:	UNITÀ	VALORE	VALORE
Penetrazione a 25°C/298K, 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/298K, min.	Cm	90	100
Solubilità in solventi organici, min.	%	99	99
Perdita per riscaldamento (volatilità) T = 163°C / 436K, max.	%	+/-0,5	+/-1
Contenuto di paraffina, max.	%	3	3
Viscosità dinamica a T = 60°C / 333K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	220 -400	150 -250
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433K, gradiente di velocità = 1s <sup>-1</sup>	Pa.s	0.4-0.8	0.2-0,6

**Valori dopo RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test)**

Viscosità dinamica a T = 60°C / 333K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	700-800	600 -700
Penetrazione residua a 25°C/298K, 100g, 5s	%	≤70	≤75
Variazione del Punto di rammollimento	C / K	≤+8 / 281	≤+10 / 283

L'indice di penetrazione, dovrà essere 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 dmm (a 25°C).

**Miscela**

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso: Il tenore di bitume dovrà essere compreso tra il 4 % e il 5% riferito al peso totale degli aggregati (C.N.R. 38-1973);

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Serie crivelli e setacci U.N.I.	Passante: % totale in peso
Crivello 40	100
Crivello 30	80 ÷ 100
Crivello 25	70 ÷ 95
Crivello 15	45 ÷ 70
Crivello 10	35 ÷ 60
Crivello 5	25 ÷ 50
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 anche alle norme C.N.R. 134 -1991;

**10.2.5.1.3 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.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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%.

#### **10.2.5.1.4 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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/m<sup>2</sup>.

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.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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'Appaltatore.

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 di progetto.

## **10.2.6 Strati di collegamento (binder) e di usura**

### **10.2.6.1 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, PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

**10.2.6.1.1 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 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 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.

**- 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"), inf. a 0,80;



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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%.

**- 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<sup>2</sup>, 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"), inf. 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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  $2 \div 5$  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  $25^{\circ}\text{C}$  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.

#### **10.2.6.1.2 Legante**

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere del tipo "A" e "B" riportato nel punto 15.2.6.1.1 della presente Sezione.

#### **10.2.6.1.3 Miscela**

1 - Strato di collegamento (binder). La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel seguente fuso:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

<b>Serie crivelli e setacci U.N.I</b>	<b>Passante: % totale in peso</b>
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.

2 - Strato di usura. La miscela degli aggregati da adottarsi per lo strato di usura dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nei seguenti fusi:

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale peso	Passante % totale peso
	Fuso tipo A	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%  $\pm$  2%.

Per prevalenti condizioni di clima asciutto e caldo, si dovranno usare curve prossime al limite inferiore. Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

- a) 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].

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) 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<sup>-6</sup> 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 ai crivello da 25 mm, lo stesso dovrà essere vagliato se necessario.

#### **10.2.6.1.4 Controllo dei requisiti di accettazione.**

Valgono le stesse prescrizioni indicate per lo strato di base.

#### **10.2.6.1.5 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**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 rettilineo-clotoide, rettilineo-curva);
- abbattimento del rumore di rotolamento (elevata fonoassorbenza).

**10.2.6.1.6 Inerti**

Gli aggregati dovranno rispondere ai requisiti elencati al punto 1.3.1.1 del presente Capitolato, con le seguenti eccezioni:

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.

**10.2.6.1.7 Legante**

Il legante 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 butadiene stirene a struttura radiale.

Caratteristiche	Unità	Valore (x)
Penetrazione a 25°C/298K, 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 / 353K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180 ÷ 450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2 ÷ 2

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Legante "F": legante tipo "B" + 6% polietilene cavi (o 6% etilene vinilacetato + 2% polimeri) + 2% stirene butadiene stirene a struttura radiale

Caratteristiche	Unità	Valore (x)
Penetrazione a 25°C/298K, 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 / 353K, gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	180÷450
Viscosità dinamica a T = 160°C / 433K gradiente di velocità = 1 s <sup>-1</sup>	Pa.s	0,2÷1.8

### 10.2.6.1.8 Miscele

Sono previsti tre tipi di miscele, denominate rispettivamente: "granulone", "l'intermedio" e "monogranulare", che dovranno avere una composizione granulometrica compresa nei fusi riportati qui di seguito:

#### Passante totale in peso %

Serie crivelli e setacci UNI	Fuso A "Granulone"	Fuso B "Intermedio"	Fuso C "Monogranulare"
Crivello 20	100	100	100
crivello 15	80-100	90-100	100
crivello 10	15-35	35-50	85-100
crivello 5	5-20	1 0-25	520
setaccio 2	0-12	0-12	0-12
setaccio 0,4	0-10	0-10	010
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)

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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 Kundf 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 " $\alpha_s$ " in condizioni di incidenza normale dovrà essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento ( $\alpha_s$ )
400-630	$\alpha_s > 0,15$
800-1600	$\alpha_s > 0,30$
2000-2500	$\alpha_s > 0,15$

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  $\alpha_s$  dovranno essere:

Frequenza (Hz)	Coeff. fonoassorbimento ( $\alpha_s$ )
400 -630	$\alpha_s > 0,25$
800 -1250	$\alpha_s > 0,50$
1600-2500	$\alpha_s > 0,25$

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 rigidezza Marshall, cioè il rapporto tra la stabilità Marshall misurata in chilogrammi e lo scorrimento misurato in millimetri dovrà essere superiore a 200 per il Fuso "A" ed a 250 per i Fusi "B" e "C"; gli stessi provini per i quali viene determinata la stabilità Marshall dovranno presentare una percentuale di vuoti residui (CNR 39 -73) nei limiti di seguito indicati:

miscela "granulone",	(fuso A)	16%-18%
miscela "intermedio"	(fuso B)	14%-16%
miscela "monogranulare"	(fuso C)	12%-14%



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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") (UNI 6135).

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 <sup>2</sup> )	0.70-1.10	0.25-0.42	0.12-0.20
Coefficiente di trazione indiretta (N/mm <sup>2</sup> )	≥55	≥22	≥12

#### **10.2.6.1.9 Confezione e posa in opera del conglomerato**

Valgono le prescrizioni di cui al punto 1.3.1.5 della presente Sezione, 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:

$K_v = 15 \cdot 1,0-2$  cm/s (media aritmetica su tre determinazioni).

La capacità drenante eseguita in sito e misurata con permeometro a colonna d'acqua di 250 mm su un'area di 154 cm<sup>2</sup> e uno spessore di pavimentazione tra i 4 e 5 cm dovrà essere maggiore di 12 dm<sup>3</sup>/min per la miscela del fuso "A" e maggiore di 8 dm<sup>3</sup>/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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si dovrà provvedere quindi alla stesa di una uniforme mano di attacco, nella quantità compresa tra  $\text{kg/m}^2$  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.

### 10.3 EMULSIONI MODIFICATE

Le emulsioni bituminose per uso stradale saranno scelte, a seconda dell'impiego, fra quelle basiche/anioniche o quelle acide/cationiche, tenendo conto che le prime hanno maggiore affinità con gli aggregati di natura acida e le seconde con gli aggregati di natura basica.

Le emulsioni dovranno corrispondere alle prescrizioni del CNR-Fasc. 111 dei 1958 "Norme per l'accettazione di emulsioni bituminose per usi stradali".

Le emulsioni bituminose modificate, sono di natura acida/cationica. utilizzano come legante il bitume modificato e dovranno possedere i requisiti indicati nella successiva tab.

TAB - EMULSIONI BITUMINOSE MODIFICATE

Caratteristiche	Unità di misura	Valori	Norme di riferim.
contenuto di acqua	% in peso	<35	CNR-BU n°100
contenuto di bitume	% in peso	> 65	CNR -BU n°100
contenuto di flussante	% in peso	< 2	CNR-BU n°100
velocità di rottura demulsiva	% in peso	< 50	ASTM 0 244
omogeneità	% in peso	< 0,2	ASTM D 244
sedimentazione a 5 gg.	% in peso	< 5	ASTM D 244
viscosità Engler a 20 °C	°E	> 15	CNR-BU n°102
grado di acidità	PH	< 7	ASTM E 70

### 10.4 BITUMI PER MANI D'ATTACCO

Sono bitumi modificati impiegati tal quali e non sotto forma di emulsioni. Sono spruzzati a caldo ( $T > 180$  °C) e realizzano una membrana in opera che non solo impermeabilizza il sottofondo ma costituisce, anche, un diaframma che impedisce il rimontare delle fessurazioni provenienti dal basso.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per questo tipo di applicazione sono più adatti i bitumi con gradazione compresa tra 50/70 e 701100; si suggerisce di utilizzare un bitume di classe 3 o classe 4 tra quelli indicati nella tab. 1.

**AVVERTENZE**

*Il controllo relativo all'osservanza delle norme tecniche che regolano la qualità e le caratteristiche dei materiali, è competenza di un laboratorio che potrà essere quello dell'Ente Appaltante oppure, in mancanza, dovrà essere scelto da quest'ultimo, fra quelli di sua fiducia.*

Gli addetti al laboratorio dovranno avere libero accesso e completa possibilità di controllo in tutti, cantieri ove avviene l'approvvigionamento, la confezione e la posa in opera dei materiali previsti in appalto., il prelievo dei campioni potrà essere eseguito senza preavviso ed in qualsiasi momento. Gli addetti alle cave, agli impianti, ai mezzi di approvvigionamento e di stesa dovranno facilitare l'opera di prelievo.

*Per i campioni prelevati dalla pavimentazione posta in opera, l'Appaltatore è tenuto a provvedere a sua cura e sue spese alla riparazione del manto, riempiendo e costipando i fori eseguiti con materiale idoneo.*

*I campioni verranno prelevati in contraddittorio; la Direzione Lavori potrà ordinare la conservazione nei locali da essa indicati previa apposizione dei sigilli a firma del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore.*

**10.5 SCARIFICAZIONE DI PAVIMENTAZIONI ESISTENTI**

Per i tratti di strada già pavimentati sui quali dovrà procedersi a ricarichi o risagomature, l'Appaltatore dovrà dapprima ripulire accuratamente il piano viabile, provvedendo poi alla scarificazione della pavimentazione 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'Appaltatore.

### **10.5.1 Fresatura di strati in conglomerato bituminoso con idonee attrezzature**

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

Potranno essere eccezionalmente impiegate anche attrezzature tradizionali quali ripper, escavatore, demolitori, ecc., a discrezione della D.L. ed a suo insindacabile giudizio.

Le attrezzature tutte dovranno essere perfettamente efficienti e funzionanti e di caratteristiche meccaniche, dimensioni e produzioni approvate preventivamente dall'ANAS.

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).

L'Appaltatore 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'Appaltatore è tenuta a darne immediatamente comunicazione al Direttore dei Lavori o ad un suo incaricato che potranno autorizzare la modifica delle quote di scarifica. Il rilievo dei nuovi spessori dovrà essere effettuato in contraddittorio.

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

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

## **10.5.2 Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile**

### **10.5.2.1 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 nel presente articolo, in carenza di indicazioni, valgono le prescrizioni per i conglomerati bituminosi.

#### **10.5.2.1.1 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.

#### **10.5.2.1.2 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 D.L.

#### **10.5.2.1.3 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).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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):

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

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

$$Pn = (P_{1n} \pm 0,2)$$

dove  $P_{1n}$  è:

$$P_{1n} = Pt - (Pv \times Pr)$$

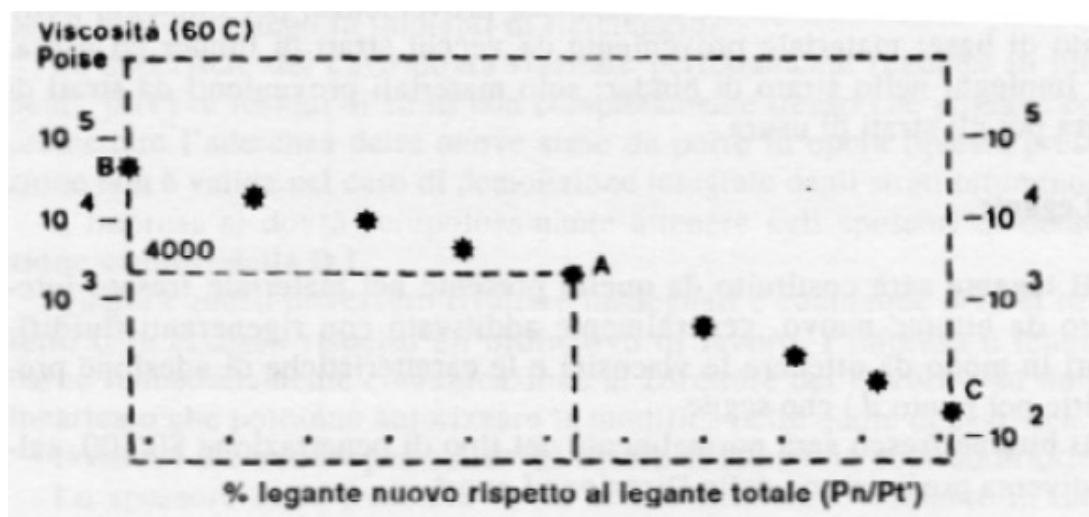
in cui:

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 natura del legante nuovo da aggiungere sarà determinata in base ai seguenti criteri:

- 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.



Indicando con A il punto le cui coordinate sono: il valore ottenuto di  $P_n/P_t$  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 600 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 "Ponts et

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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).

Il parametro J1 (ricavabile dalla prova CREEP) dovrà essere definito di volta in volta (a seconda del tipo di conglomerato), mentre lo Jp a 40°C viene fissato il limite superiore di 2

$20 \times 10^{-6}$  cm

da N.s.

#### **10.5.2.1.4 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.

#### **10.5.2.1.5 Posa in opera delle miscele.**

Valgono le prescrizioni dei conglomerati tradizionali, con gli stessi requisiti anche per le densità in situ.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## **10.6 SPECIFICA DI CONTROLLO**

### **10.6.1 Disposizioni generali**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di pavimentazioni costituenti l'infrastruttura stradale e precedentemente esaminati.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e, più specificatamente, quella di progetto quale disegni, specifiche tecniche, ecc.; sono altresì comprese tutte le norme tecniche vigenti in materia.

L'Appaltatore per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, bitumi, cementi, etc) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, alla D.L., i relativi Certificati di Qualità rilasciati da un Laboratorio.

Tali certificati dovranno contenere tutti i dati relativi alla provenienza e alla individuazione dei singoli materiali o loro composizione, agli impianti o luoghi di produzione, nonché i dati risultanti dalle prove di laboratorio atte ad accertare i valori caratteristici richiesti per le varie categorie di lavoro o di fornitura in un rapporto a dosaggi e composizioni proposte.

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale.

I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

L'Appaltatore è obbligato comunque ad organizzare per proprio conto, con personale qualificato ed attrezzature adeguate, approvate dalla D.L., un laboratorio di cantiere in cui si procederà ad effettuare tutti gli ulteriori accertamenti di routine ritenuti necessari dalla D.L., per la caratterizzazione e l'impiego dei materiali.

### **10.6.2 Strati di fondazione**

#### **10.6.2.1 *Fondazione stradale in misto granulometricamente stabilizzato***

##### **10.6.2.1.1 *Prove di laboratorio***

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- a) compresa del fuso riportato nel precedente paragrafo e avente andamento continuo e uniforme praticamente concorde a quello delle curve limiti;
- b) dimensioni non superiori a 71 mm, né forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) rapporto tra il passante al setaccio 0,075 ed il passante al setaccio 0,4 inferiore a 2/3;
- d) prova Los Angeles (CNR 34 -1973) eseguita sulle singole pezzature con perdita in peso inferiore al 30%;
- e) equivalente in sabbia (UNI EN 933-8:2000) 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 (UNI 10009) di cui al successivo comma.

- f) indice di portanza CBR (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.

- g) Prova di costipamento delle terre, con energia AASHTO modificata (CNR 69 -1979).

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 a), b), d), e), salvo nel caso citato al comma e) in cui la miscela abbia equivalente in sabbia compreso tra 25 -35.

#### **10.6.2.1.2 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando i campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

**10.6.2.1.3 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio riportate al punto precedente. La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

L'indice di portanza CBR verrà effettuato ogni 2000 m<sup>2</sup> di strato di fondazione realizzato.

**10.6.2.1.4 Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali, per ogni singolo strato posto in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi giornalieri, e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 -0.25 MPa, non dovrà essere inferiore ai 80 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada o carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 300 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

**10.6.2.2 Fondazione In misto cementato confezionato in centrale****10.6.2.2.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**10.6.2.2.2 Inerti**

Gli inerti da impiegare per la realizzazione della miscela saranno assoggettati alle seguenti prove:

- a) granulometria compresa nel fuso riportato al punto precedente ed avente andamento continuo ed uniforme (CNR 23 -1971):
- b) dimensioni non superiori a 40 mm, né di forma appiattita, allungata o lenticolare;
- c) prova Los Angeles (CNR 34 -1973) con perdita in peso non superiore al 30% in peso;
- d) equivalente in sabbia (UNI EN 933-8:2000) compreso fra 30-60;e) indice di plasticità (CNR UNI 10014) non determinabile (materiale non plastico).

**10.6.2.2.3 Legante**

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

Dovranno soddisfare ai requisiti di legge e alle prescrizioni riportate nel punto 1.4.1 della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

**10.6.2.2.4 Acqua**

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.

**10.6.2.2.5 Studio della miscela in laboratorio**

L'Appaltatore 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 (UNI 10009) impiegati senza disco spaziatore (altezza 17,78 cm, diametro 15,24 cm, volume 3242 cm<sup>3</sup>); 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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  $51 \pm 0,5$  mm, peso pestello  $4,535 \pm 0,005$  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 "brasiliana" (UNI 6135), 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**10.6.2.2.6 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

**10.6.2.2.7 Prove di laboratorio**

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le medesime prove di laboratorio, riportate nel punto prededente.

La rispondenza delle caratteristiche granulometriche delle miscele con quelle di progetto dovrà essere verificata con controlli ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Le caratteristiche di resistenza ogni 2000 m<sup>2</sup> di strato di fondazione realizzato.

**10.6.2.2.8 Prove in sito**

Le caratteristiche dei materiali, posti in opera, saranno accertate mediante le seguenti prove in sito:

- Massa volumica della terra in-sito: dovranno essere effettuati almeno due prelievi ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera;
- Prova di carico con piastra circolare, nell'intervallo 0.15 -0.25 MPa, per ogni strato di materiale posto in opera, non dovrà essere inferiore ai 150 MPa. Sarà effettuata ogni 300 m di strada e nel caso di strada a due carreggiate per ogni carreggiata, o frazione di 300 m e comunque ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà compensare

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante.

### **10.6.3 Strato di base**

#### **10.6.3.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

##### **10.6.3.1.1 Inerti**

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- a) granulometria: la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato nel presente capitolo;
- b) prova Los Angeles (CNR 34 -1973) con perdita in peso sulle singole pezzature non superiore al 25 % in peso;
- c) equivalente in sabbia (UNI EN 933-8:2000) superiore a 50;
- d) granulometria degli additivi (eventuali): che dovranno soddisfare i seguenti requisiti:
  - setaccio UNI 0,18 (ASTM n°80): passante in peso 100%
  - setaccio UNI 0,18 (ASTM n°80): passante in peso 90%

##### **10.6.3.1.2 Legante**

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel presente Capitolato.

##### **10.6.3.1.3 Studio della miscela in laboratorio**

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

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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;

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

#### **10.6.3.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

**10.6.3.1.5 Prove di laboratorio**

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con cadenza settimanale:

- la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;
- la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio;
- la verifica delle caratteristiche Marshall del conglomerato e precisamente: peso di volume (C.N.R. 40-1973), media di due prove; percentuale di vuoti (C.N.R. 39-1973), media di due prove; stabilità e rigidità Marshall;
- la verifica dell'adesione bitume-aggregato secondo la prova ASTM-D 1664/89-80 e/o secondo la prova di spoliatura (C.N.R. 138-1992);
- le caratteristiche del legante bituminoso.

Non sarà ammessa una variazione del contenuto di aggregato grosso superiore a  $\pm 5\%$  e di sabbia superiore a  $\pm 3\%$  sulla percentuale corrispondente alla curva granulometrica prescelta, e di  $\pm 1,5\%$  sulla percentuale di additivo.

Per la quantità di bitume non sarà tollerato uno scostamento dalla percentuale stabilita di  $\pm 0,3\%$ .

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Appaltatore dovrà registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**10.6.3.1.6 Prove in sito**

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata, tolleranze in difetto non dovranno essere superiori al 5% nel 98% dei rilevamenti in caso contrario, la frequenza dovrà essere incrementata secondo le indicazioni della Direzione Lavori e l'Appaltatore a sua cura e spese, dovrà compensare gli spessori carenti incrementando in ugual misura lo spessore dello strato di conglomerato bituminoso sovrastante. La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche. L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera. Una volta accettata dalla D.L. la composizione proposta, l'Appaltatore dovrà ad essa attenersi rigorosamente comprovandone l'osservanza con esami giornalieri.

**10.6.4 Strati di collegamento (binder) e di usura****10.6.4.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

**10.6.4.1.1 Inerti****Per strati di collegamento (BINDER):**

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto precedente;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, con perdita in peso 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"), inf. 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);

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- 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%.

**Per strati di usura:**

La miscela degli inerti da adottarsi per lo strato di collegamento dovrà essere assoggettata alle seguenti prove:

- granulometria ricadente nel fuso riportato al punto precedente;
- prova Los Angeles eseguita sulle singole pezzature secondo le norme ASTM C 131 - AASHTO T 96, con perdita in peso 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<sup>2</sup>, 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"), inf. 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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  $2 \div 5$  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  $25^{\circ}\text{C}$  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.

#### **10.6.4.1.2 Legante**

Il bitume, per gli strati di collegamento e di usura, dovrà essere preferibilmente di penetrazione 60/70 salvo diverso avviso della Direzione dei Lavori in relazione alle condizioni locali e stagionali e dovrà rispondere agli stessi requisiti indicati al punto 15.2.5.1.2 per il conglomerato bituminoso di base.

#### **10.6.4.1.3 Studio della miscela in laboratorio**

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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

**1 - Strato di collegamento (binder):**

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.

**2 - Strato di usura**

Il conglomerato dovrà avere i seguenti requisiti:

a) 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 600 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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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;

- b) elevatissima resistenza all'usura superficiale;
- c) sufficiente ruvidezza della superficie tale da non renderla scivolosa;
- d) 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, riferentisi alle condizioni di impiego prescelte, in permeometro a carico costante di 50 cm d'acqua, non dovrà risultare inferiore a 10<sup>-6</sup> 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.

#### **10.6.4.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione. I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

#### **10.6.4.1.5 Prove di laboratorio**

Valgono le stesse prescrizioni previste nel presente Capitolato.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**10.6.4.1.6 Prove in sito**

Valgono le stesse prescrizioni previste nel presente capitolato.

**10.6.5 Conglomerati bituminosi a caldo rigenerati in impianto fisso e mobile**

Per il controllo dei requisiti di accettazione valgono le prescrizioni relative dei conglomerati non rigenerati.

**10.6.6 Microtappeti a freddo****10.6.6.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

**10.6.6.1.1 Inerti**

Gli inerti da impiegare dovranno essere sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

a) granulometria : la cui curva dovrà essere contenuta nel fuso riportato nel presente capitolato;

Per l'aggregato grosso dovranno essere impiegati esclusivamente inerti frantumati di cava;

- prova Los Angeles, eseguita sulle singole pezzature (C.N.R. 34 -1973), con perdita in peso 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 (C.N.R. Fase, 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" inferiori od uguali rispettivamente a 3 ed a 1,58 (CNR 95/84)
- La sensibilità al gelo  $\leq 20\%$  (C.N.R. .80-1980);

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Lo spogliamento in acqua a 40°C (con impiego di "dopes" di adesione) 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).

Gli additivi impiegati dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- a) potere rigidificante con un rapporto filler/bitume pari a 1,5; il A PA dovrà essere > 50;
- b) alla prova CNR 75 -1980 i passanti in peso dovranno essere compresi nei seguenti limiti minimi:
  - Setaccio UNI 0,40 passante in peso per via umida 100%
  - Setaccio UNI 0,18 passante in peso per via umida 90%
  - Setaccio UNI 0,075 passante in peso per via umida 80%
- c) 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.
- d) l'indice di plasticità deve risultare non plastico (NP) (CNR UNI 10014).

#### **10.6.6.1.2 Legante**

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel presente Capitolato.

#### **10.6.6.1.3 Studio della miscela in laboratorio**

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

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

**10.6.6.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modo più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti, ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

**10.6.6.1.5 Prove di laboratorio**

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale del bitume, percentuale di additivo, così come riportato nel presente capitolato) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio; le caratteristiche del legante bituminoso;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Appaltatore dovrà registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

#### **10.6.6.1.6 Prove in sito**

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato ogni 500 m di strada o carreggiata.

### **10.6.7 Microtappeti a freddo con inerti chiari naturali o artificiali da impiegare in galleria**

#### **10.6.7.1 Caratteristiche dei materiali da impiegare**

Accertamenti preventivi:

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio:

##### **10.6.7.1.1 Inerti**

Gli inerti da impiegare nel caso di materiali naturali chiari valgono le stesse prescrizioni indicate nel presente capitolato.

Nel caso di materiali artificiali chiari, si dovranno effettuare le prove riportate nel presente capitolato.

##### **10.6.7.1.2 Legante**

Le caratteristiche dei leganti bituminosi dovranno essere accertate mediante prove di laboratorio prima del loro impiego nella confezione dei conglomerati, e dovranno soddisfare i requisiti riportati nel presente Capitolato.

##### **10.6.7.1.3 Studio della miscela in laboratorio**

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

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Ogni composizione proposta dovrà essere corredata da una completa documentazione degli studi effettuati in laboratorio, attraverso i quali l'Appaltatore ha ricavato la ricetta ottimale.

La Direzione Lavori si riserva di approvare i risultati prodotti o di fare eseguire nuove ricerche.

L'approvazione non ridurrà comunque la responsabilità dell'Appaltatore, relativa al raggiungimento dei requisiti finali dei conglomerati in opera.

**10.6.7.1.4 Prove di controllo in fase esecutiva**

L'Appaltatore sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo e di norma periodicamente per le forniture di materiali di impiego continuo, alle prove ed esami dei materiali impiegati e da impiegare, ed inviando dei campioni presso Laboratori Ufficiali.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.

Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio Compartimentale previa apposizione dei sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantire l'autenticità e la conservazione.

I risultati ottenuti in tali Laboratori saranno i soli riconosciuti validi dalle due parti ; ad essi si farà esclusivo riferimento a tutti gli effetti delle presenti Norme Tecniche.

Inoltre con la frequenza necessaria saranno effettuati periodici controlli delle bilance, delle tarature dei termometri dell'impianto, la verifica delle caratteristiche del bitume, la verifica dell'umidità residua degli aggregati minerali all'uscita dall'essiccatore ed ogni altro controllo ritenuto opportuno.

**10.6.7.1.5 Prove di laboratorio**

Dovranno essere effettuate, quando necessarie, ed almeno con frequenza giornaliera:

la verifica granulometrica dei singoli aggregati approvvigionati in cantiere e quella degli aggregati stessi all'uscita dei vagli di riclassificazione;

la verifica della composizione del conglomerato (granulometria degli inerti, percentuale dei bitumi, percentuale di additivo, così come riportato ai punti precedenti) prelevando il conglomerato all'uscita del mescolatore o a quella della tramoggia di stoccaggio; le caratteristiche del legante bituminoso;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tali valori dovranno essere soddisfatti dall'esame delle miscele prelevate all'impianto come pure dall'esame delle eventuali carote prelevate in sito.

In cantiere dovrà essere tenuto apposito registro numerato e vidimato dalla Direzione Lavori sul quale l'Appaltatore dovrà registrare tutte le prove ed i controlli effettuati.

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

#### **10.6.7.1.6 Prove in sito**

Lo spessore dello strato dovrà essere verificato con la frequenza di almeno un carotaggio ogni 500 m di strada o carreggiata.

#### **10.6.8 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.

##### **10.6.8.1 Materiali.**

I materiali costituenti i cubetti saranno sottoposti alle prove riportate nel fascicolo CNR n°5 "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie e degli additivi per le costruzioni stradali" del CNR Fase. 4 -1953).

Quella da impiegare per il riempimento dei giunti dovrà passare per almeno P80% al setaccio 2 della serie U.N.I..

Tali prove dovranno essere condotte in fase preliminare per la qualificazione dei materiali, in fase esecutiva le medesime saranno condotte con frequenza settimanale e comunque ogni 500 m<sup>2</sup> di pavimentazione realizzata.

##### **10.6.8.1.1 Posa In opera**

La posa in opera dei cubetti dovrà essere effettuata secondo le indicazioni riportate nel presente Capitolato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**10.6.8.1.2 Sigillature dei giunti**

Il lavoro dovrà essere effettuato secondo le indicazioni riportate del presente Capitolato.

Il bitume da impiegare dovrà avere penetrazione 30/40.

La frequenza dei controlli sarà analoga a quella prevista al punto relativo del presente Capitolato.

**10.6.9 Cordoli**

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

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

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

**10.6.9.1 Cordoli realizzati in opera**

Per questa tipologia, si dovrà procedere al prelievo di campioni di calcestruzzo con una frequenza e quantità, da soddisfare le indicazioni riportate ai punti 1.5 e seguenti, 1.6 e seguenti della sezione "calcestruzzi" del presente Capitolato.

**10.6.9.2 Cordoli prefabbricati**

Ogni partita dovrà essere accompagnata dai corrispondenti certificati attestanti la qualità dei materiali utilizzati per la loro realizzazione, nonché la certificazione attestanti le dimensioni dell'elemento.

Ciascuna partita di 100 elementi prefabbricati non potrà comunque essere posta in opera, fino a quando non saranno noti i risultati positivi della resistenza del conglomerato costituente la partita, mediante il prelievo di 4 provini.

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

---

**CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE**

Tali elementi verranno posati su un letto di calcestruzzo magro, ed attestati, lasciando tra le teste contigue lo spazio di 0.5 cm, che verrà riempito di malta cementizia dosata a 350 kg/m<sup>3</sup> di sabbia.

## **CAPITOLO 11.: OPERE DI CONSOLIDAMENTO**

## 11.1 CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE

### 11.1.1 Classificazione

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

#### a) Ancoraggi

- Gli ancoraggi sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:
- Tiranti di ancoraggio
- Barre di ancoraggio e bulloni
- Chiodi.

#### b) Dreni

I dreni sono identificati dalle seguenti tipologie esecutive:

- microdreni
- trincee drenanti
- pozzi drenanti.

#### c) Trattamenti colonnari

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:

- sistemi jetting (jet-grouting)
- mescolazione meccanica.

#### d) Iniezioni

Le iniezioni identificano le attività, finalizzate al miglioramento ed alla impermeabilizzazione dei terreni e delle rocce, realizzate mediante iniezione di:

- miscele cementizie stabili ed instabili
- miscele con cementi microfini stabili.



## 11.1.2 Definizioni

### Tiranti d'ancoraggio

Per tiranti di ancoraggio si intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, che in esercizio sono sollecitati a trazione. Le forze di trazione sono quindi applicate sulla struttura da tenere ancorata mediante una piastra di ripartizione (testata).

In tali elementi la sollecitazione di trazione è impressa in tutto, o in parte, all'atto del collegamento con l'opera ancorata.

Il tirante si compone delle seguenti parti:

- la testa, costituita dal dispositivo di bloccaggio e dalla piastra di ripartizione;
- il tratto libero intermedio di collegamento tra testa e tratto attivo;
- il tratto attivo (fondazione), che trasmette al terreno la forza di trazione del tirante.

I tiranti, in relazione alla durata di esercizio, vengono distinti in:

- tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori (inferiore a due anni);
- tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

Di norma l'armatura dei tiranti di ancoraggio è costituita da un fascio di trefoli in acciaio, tipo c.a.p., solidarizzati al terreno mediante iniezioni cementizie.

### Barre di ancoraggio e bulloni

Si tratta di elementi strutturali che, in esercizio, sono sollecitati a trazione, e che sono in grado di assorbire anche eventuali sollecitazioni taglienti.

Si tratta quindi di tiranti particolari, i cui elementi caratteristici sono:

- armatura costituita da una singola barra;
- lunghezza in genere limitata;
- solidarizzazione, di norma, per semplice cementazione.

Analogamente ai tiranti di ancoraggio è possibile operare distinzioni in base alle modalità di applicazione degli sforzi di trazione (attivi e passivi) ed in base alla durata di esercizio (provvisori e permanenti).

---

**CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE**

I bulloni sono generalmente caratterizzati dalla peculiarità di possedere dispositivi di ancoraggio ad espansione meccanica.

**Chiodi**

Si tratta di ancoraggi tipicamente passivi, costituiti da elementi strutturali operanti in un dominio di taglio e trazione conseguente ad una deformazione da taglio.

I chiodi sono quindi generalmente privi di testa di ripartizione e con l'armatura costituita da:

- barra in acciaio ad aderenza migliorata;
- profilato metallico;
- barra o tubo in vetroresina, con superficie corrugata o scabra.

**Microdreni**

I microdreni sono costituiti da fori appositamente realizzati nel terreno mediante sonde di perforazione ed attrezzi con tubi parzialmente o totalmente filtranti.

I microdreni possono avere lunghezza variabile ed essere inclinati fino alla quasi orizzontalità, a seconda dello scopo per cui il progetto ne prevede la installazione.

**Trincee drenanti**

Le trincee drenanti consistono in scavi di sezione prestabilita, riempiti con materiale arido permeabile, di granulometria selezionata. Le trincee sono di norma eseguite lungo le linee di massima pendenza delle scarpate da proteggere. La loro profondità può variare da 4\*5 m a 10\*15 m, per cui le attrezzature di scavo dovranno essere prescelte in base alle esigenze progettuali e alle loro effettive capacità operative.

Il fondo dello scavo dovrà essere adeguatamente impermeabilizzato, mediante posa di canalette in elementi prefabbricati in c.a. oppure impregnando con bitume il corrispondente tratto dei geotessili impiegati per rivestire le pareti dello scavo.

**Pozzi drenanti**

I pozzi drenanti sono utilizzati negli interventi di consolidamento di scarpate instabili, allo scopo di intercettare le acque di falda sino a grande profondità.

L'intervento consiste nella realizzazione di batterie di pozzi di diametro generalmente compreso fra 1.2 e 2 m, a interassi variabili fra 6 e 10 m circa, filtranti su tutto il mantello, reciprocamente collegati sul fondo con uno o più collettori di raccolta e scarico.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le acque di drenaggio vengono smaltite per gravità, realizzando i collettori di fondo con una pendenza in genere non inferiore al 2%.

**Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting)**

Si definiscono trattamenti colonnari jetting gli interventi di consolidamento e miglioramento dei terreni, mediante mescolazione in posto con leganti cementizi, con la tecnica esecutiva basata sull'impiego dei sistemi jetting (ad uno o più fluidi).

Perforato il terreno, l'iniezione jetting viene eseguita di norma in risalita, utilizzando quale circuito di iniezione la batteria di aste di perforazione e l'utensile di disaggregazione, opportunamente corredato di ugelli di iniezione.

Per effetto della rotazione dell'asta durante l'estrazione, l'iniezione jetting realizza una colonna il cui diametro medio nominale dipende dalle modalità e dai parametri di iniezione utilizzati (n. dei fluidi, pressioni, velocità di rotazione e di risalita, etc).

Gli elementi ottenuti, qualora previsto dal progetto, possono essere successivamente armati, utilizzando barre in acciaio ad aderenza migliorata o tubi metallici.

L'inserimento dell'armatura può avvenire a miscela cementizia fresca, per infissione a pressione, oppure riperforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

**Iniezioni**

Le iniezioni costituiscono una tecnica atta a modificare le caratteristiche meccaniche (resistenza e deformabilità) e le caratteristiche idrauliche (permeabilità) di terreni porosi e di rocce fessurate o fratturate, o aventi cavità di varie dimensioni, per effetto dell'immissione di idonee miscele, attraverso fori di piccolo diametro.

Tali miscele sono dei fluidi (sospensioni, soluzioni, emulsioni) dotate di proprietà tecnologiche evolutive, inizialmente idonee alla penetrazione nel mezzo poroso o fratturato, e che raggiungono in seguito le caratteristiche adeguate agli scopi del trattamento.

I terreni iniettabili comprendono i terreni alluvionali o detritici, fino ad un certo limite di permeabilità (dalle ghiaie alle sabbie fini) e le rocce (da carsiche a microfessurate).

I trattamenti possono definirsi di:

- impregnazione, quando tendono a riempire i vuoti dei terreni sciolti porosi;
- intasamento, quando tendono a riempire fratture o cavità della roccia;

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- ricompressione, quando tendono a formare, nei terreni fini, un reticolo di lenti resistenti e scarsamente deformabili, ottenuto per fratturazione idraulica (claquage).

Le miscele di iniezione consistono in:

- sospensioni di un legante idraulico in acqua con eventuali additivi stabilizzanti (miscele cementizie);
- soluzioni colloidali, ottenute sciogliendo in acqua colloidali puri (silicato di sodio) ed utilizzando reagenti organici (acetato di etile);

## 11.2 TIRANTI D'ANCORAGGIO

### 11.2.1 Prove Tecnologiche Preliminari

Prima di dare inizio ai lavori, la metodologia esecutiva dei tiranti, quale proposta dall'Appaltatore, dovrà essere messa a punto dalla stessa mediante l'esecuzione di un adeguato numero di "tiranti preliminari di prova delle tecnologie", successivamente sottoposti a prove di carico preliminari.

Il numero dei tiranti preliminari di prova sarà stabilito dalla Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo. Tale numero non dovrà essere inferiore ad almeno al 1% del numero totale dei tiranti con un minimo di 3.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessanti i tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico e idrogeologico.

L'accettazione delle metodologie operative sarà subordinata all'idoneità dei tiranti in termini di raggiungimento del carico limite di progetto, sottoponendo i tiranti realizzati a prove di carico preliminari.

Ciò premesso le prove tecnologiche saranno totalmente a carico dell'Appaltatore.

Qualora l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso alle prove tecnologiche sopradescritte.

#### 11.2.1.1 Prove di carico preliminari

Ai fini della valutazione delle prestazioni dei tiranti che si andranno ad eseguire, si dovrà provvedere in ogni caso all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo che saranno richieste dalla Direzione Lavori quali:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

prove di carico spinte fino a portare a rottura il complesso tirante-terreno per determinare il carico limite del tirante e definire significativi diagrammi dei cedimenti del tirante in funzione dei carichi e dei tempi (creep);

prove di controllo non distruttive ed ad ogni altra prova o controllo tali da dirimere ogni dubbio sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori o come riportato in progetto. In assenza di specifiche prescrizioni di progetto, le prove potranno essere eseguite in accordo la Norma UNI EN 1537 o come riportato nell'articolo 14.2.2.1.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti alla presenza della Direzione Lavori, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i tiranti di progetto. Gli oneri per l'esecuzione delle prove di controllo ordinate dalla Direzione Lavori verranno compensate all'Appaltatore.

#### **11.2.1.2 Linee guida per le prove di carico preliminari**

Si prevede che vengano eseguite prove di carico su almeno tre tipologie di tiranti preliminari:

n. 1 elemento avente una lunghezza del tratto di fondazione ridotta rispetto a quella di progetto, con armatura equivalente a quella di progetto, eseguito con la metodologia identica a quella prevista dall'Appaltatore. In fase di tesatura, l'elemento verrà portato alle condizioni limite della fondazione o comunque ad un carico  $P_p$  non superiore ad un limite di sicurezza dell'armatura pari al 95%  $P_{yk}$  ( $P_{yk}$  carico limite corrispondente allo snervamento dell'acciaio).

n. 1 elemento avente una lunghezza del tratto di fondazione pari a quella di progetto, con armatura sovradimensionata, eseguito con metodologia di perforazione ed iniezione simile a quella prevista; in questo caso sono ammessi calibri di perforazione maggiorati al fine di consentire l'installazione delle armature. In fase di tesatura, l'elemento verrà portato alle condizioni limite della fondazione o comunque ad un carico  $P_p$  non superiore ad un limite di sicurezza dell'armatura pari al 95%  $P_{yk}$  ( $P_{yk}$  carico limite corrispondente allo snervamento dell'acciaio).

n. 1 elemento avente una lunghezza del tratto di fondazione e armatura pari a quella di progetto, eseguito con metodologia di perforazione ed iniezione scelta sulla base dei risultati

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

delle prime due prove. In fase di tesatura, l'elemento verrà ad un carico Pp non superiore ad un limite di sicurezza dell'armatura pari al 95%Pyk (Pyk carico limite corrispondente allo snervamento dell'acciaio).

Come linee guida principali della fase di tesatura si prevede quanto segue:

ogni elemento dovrà essere caricato con cicli di carico-scarico, partendo dal carico di riferimento iniziale 0.1Pp sino al carico massimo della prova Pp (pari al presunto carico Ra - resistenza limite del tratto vincolato del tirante e comunque inferiore a 0.95Pyk).

l'elemento dovrà essere caricato fino al carico Pp con almeno sei incrementi di carico, con misura degli allungamenti.

per ogni gradino di carico si manterrà il valore raggiunto per un periodo di tempo (AT) almeno pari a 60' per terreni non coesivi e di 180' per terreni coesivi, e comunque prolungato sino a che la velocità di creep Ks (come definita nel seguito) risulti stabilizzata.

su richiesta della Direzione Lavori e del progettista potranno essere richiesti, per un determinato livello di carico, periodi anche superiori alle 72 ore, di osservazione degli allungamenti dell'elemento in condizioni di carico costante.

I criteri di accettazione del tirante, si baseranno sulla valutazione della lunghezza libera apparente e sulla valutazione del valore limite a rottura della interfaccia terreno/fondazione del tirante, anche alla luce del fenomeni di allungamento a carico costante (creep caratteristico e creep critico).

#### **11.2.1.2.1 Lunghezza libera apparente**

Per calcolare la lunghezza libera apparente Lapp si dovrà usare la seguente relazione:

$$Lapp = At Et As/AP$$

dove:

At è l'area della sezione trasversale dell'armatura;

Et è il modulo elastico dell'armatura;

As s è l'allungamento elastico dell'armatura (valutato per l'intervallo di carico AP);

AP è l'intervallo di carico corrispondente al massimo livello di carico raggiunto nel ciclo di carico-scarico analizzato, meno il carico iniziale di riferimento.

I limiti entro i quali deve trovarsi Lapp sono: limite superiore:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

$$L_{app} < L_I + L_e + 0.5 L_b$$

$L_{app} < 1.1 L_I + L_e$  considerando il maggiore dei due valori limite inferiore:

$L_{app} > 0.8 L_I + L_e$ . Ove:

$L_b$  = lunghezza del tratto vincolato

$L_I$  = lunghezza libera teorica del tirante (dalla testata di ancoraggio all'inizio del tratto vincolato)

$L_e$  = lunghezza del tratto libero dell'armatura compreso fra la testata di ancoraggio e il punto di presa del martinetto idraulico

Se la lunghezza libera apparente dell'armatura risulta fuori dei limiti, si può comunque sottoporre il tirante a cicli ripetuti di carico fino a  $P_p$  e nel caso in cui il comportamento carico/allungamento risulta di buona ripetibilità, il tirante potrà essere accettato dal progettista.

#### **11.2.1.2.2 Creep critico**

L'incremento degli spostamenti della testa d'ancoraggio rispetto a un punto fisso viene misurato per ciascun ciclo di carico al raggiungimento del carico massimo corrispondente e successivamente con il mantenimento di tale carico per un intervallo di tempo specificato. Si definisce come velocità di creep  $K$  :  $K_s = (s_2 - s_1) / \log(t_2/t_1)$

ove:

$s_1$  è lo spostamento della testa al tempo  $t_1$ ;  $s_2$  è lo spostamento della testa al tempo  $t_2$ ;  $t$  è il tempo intercorso dopo l'applicazione dell'incremento di carico.

La velocità di creep caratteristica  $K_{sc}$  viene determinata dopo che  $K_s$  essa risulta costante su due intervalli di tempo consecutivi.

Le misurazioni degli spostamenti della testa di ancoraggio si svolgeranno ai tempi qui indicati (minuti):

1, 2, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 180, ed eventuali tempi superiori.

Il creep critico  $K_{sc}$  è la velocità massima di creep ammessa ad uno specificato livello di carico corrispondente a 2.5 mm.

## 11.2.2 Soggezioni geotecniche, idrogeologiche e ambientali

Le tecniche di perforazione e le modalità di connessione al terreno dovranno essere definite in relazione alla natura dei materiali da attraversare e delle caratteristiche idrogeologiche locali. La scelta delle attrezzature di perforazione ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere messi a punto mediante l'esecuzione di tiranti di ancoraggio preliminari di prova, approvati dalla Direzione Lavori prima dell'inizio della costruzione dei tiranti di progetto.

Particolare cura dovrà essere posta relativamente alla verifica dell'aggressività dell'ambiente nei riguardi del cemento impiegato nella realizzazione della miscela di iniezione dei tiranti.

L'ambiente verrà dichiarato aggressivo quando:

- il grado idrotimetrico (durezza) dell'acqua del terreno o di falda risulti  $< 3 F$ ;
- il valore del pH dell'acqua risulti  $< 6$ ;
- il contenuto in  $CO_2$  disciolta nell'acqua risulti  $> 30 \text{ mg/l}$ ;
- il contenuto in  $NH_4$  dell'acqua risulti  $> 30 \text{ mg/l}$ ;
- il contenuto in ioni Mg dell'acqua risulti  $> 300 \text{ mg/l}$ ;
- il contenuto in ioni SO dell'acqua risulti  $> 600 \text{ mg/l}$  o  $> 6000 \text{ mg/kg}$  di terreno secco;
- i tiranti si trovino in vicinanza di linee ferroviarie o di altri impianti a corrente continua non isolati e con potenze maggiori di  $50 \text{ kW}$ ;
- l'opera risulti situata a distanza  $\leq 300 \text{ m}$  dal litorale marino.

In caso di ambiente aggressivo accertato, l'utilizzo del tipo di cemento dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori e l'appaltatore dovrà certificarne l'idoneità.

## 11.2.3 Materiali ed elementi costruttivi

### 11.2.3.1 Acciai e dispositivo di bloccaggio

Gli acciai impiegati nella realizzazione dei tiranti di ancoraggio dovranno essere conformi alle norme del D.M.09.01.1996 e successivi aggiornamenti emanate in applicazione dell'art.21 della Legge 5/11/1971 n. 1086.

I dispositivi di bloccaggio dovranno essere conformi alle disposizioni dell'allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. 30/06/1980 ed eventuali successivi aggiornamenti.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.2.3.2 Armature metalliche****11.2.3.2.1 Trefoli tipo c.a.p.**

Si utilizzeranno trefoli F6/10" in acciaio liscio; le caratteristiche dei trefoli sono qui di seguito elencate:

- componenti : 7 fili F5 mm
- diametro nominale : 15.20 mm
- sezione nominale : 139 mm<sup>2</sup>
- tensione effettiva all'1% di allungamento : 225 kN
- tensione di rottura effettiva : 250 kN
- modulo elastico :  $E=200 \div 205 \text{ KN/mm}^2$
- limite elastico convenzionale allo 0.1% :  $f_{p(1)k} 1600 \text{ N/mm}^2$
- tensione di rottura :  $f_{ptk} > 1800 \text{ N/mm}^2$
- allungamento a rottura su 610 mm :  $5.2 \div 5.1\%$
- peso : 1.1Kg/m

Di conseguenza le tensioni ammissibili sono:

- in esercizio :  $\sigma_a < 0.6 f_{ptk}$
- in fase provvisoria :  $\sigma_{ai} < 0.85 f_{p(1)k}$

a cui corrispondono i seguenti valori dei carichi di trazione:

- in esercizio :  $T < 150 \text{ kN}$
- in fase transitoria

(\*) :  $T < 180 \text{ kN}$  (\*) Per prove di collaudo o per brevi fasi di carico temporanee.

**11.2.3.2.2 Barre in acciai speciali**

Le barre saranno in acciaio del tipo ad aderenza migliorata (a.m.), di qualità e caratteristiche conformi a quanto specificato nella relativa sezione.

E'consentito, ove espressamente previsto dai disegni di progetto, l'impiego di barre in acciai speciali ed a filettatura continua, tipo Dywidag o simili. Le caratteristiche di tali acciai

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dovranno essere certificate dal produttore, e verificate a norma dei regolamenti già richiamati.

**11.2.3.3 Apparecchi di testata****11.2.3.3.1 Dispositivi di bloccaggio**

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministeriale LL.PP. 30 giugno 1980 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M. del 9 gennaio 1996.

**11.2.3.3.2 Piastre di ripartizione**

Si adotteranno piastre di ripartizione le cui dimensioni dovranno essere scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale di contrasto.

**11.2.3.4 Miscele di iniezione**

Saranno usate miscele a base di cemento, aventi la seguente composizione per 1 m<sup>3</sup> di prodotto:

- acqua: 600 kg;
- cemento: 1200 kg;
- additivi: 10÷20 kg.

Il cemento dovrà presentare contenuto in cloro, inferiore allo 0,05% in peso e contenuto totale di zolfo da solfuri, inferiore allo 0,15% in peso.

L'acqua dovrà essere conforme alle norme UNI 7163 dell'aprile 1979. Gli additivi non dovranno essere aeranti.

La miscela dovrà presentare i requisiti seguenti, periodicamente controllati durante le lavorazioni.

**11.2.4 Distanziatori, tamponi e condotti di iniezione**

I distanziatori avranno lo scopo di disporre l'armatura di ancoraggio nel foro di alloggiamento in modo che sia garantito il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela di iniezione.

La forma dei distanziatori dovrà quindi essere tale da consentire il centraggio dell'armatura nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione e nello stesso tempo non

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dovrà ostacolare il passaggio della miscela; in ogni caso in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro deve essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto di iniezione.

I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi che devono sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero; nel tratto di fondazione saranno intercalati da legature e disposti a intervalli di 2,0-2,5 m in modo da dare al fascio di trefoli una conformazione a ventri e nodi.

Per armature costituite da barre i distanziatori non saranno alternati a legature.

I tamponi di separazione fra la parte libera e la fondazione dovranno essere impermeabili alla miscela e tali da resistere alle pressioni di iniezione.

I tamponi dovranno essere realizzati o con elementi meccanici o con elementi chimici (materiale iniettato) aventi caratteristiche tali da garantire l'armatura dalla corrosione.

Le caratteristiche dei condotti di iniezione da impiegare dovranno essere tali da soddisfare i seguenti requisiti:

- avere resistenza adeguata alle pressioni di iniezione risultando cioè garantiti per resistere alla pressione prevista con un coefficiente di sicurezza pari ad 1,5 e comunque avere una pressione di rottura non inferiore a 10 bar;
- avere diametro interno minimo orientativamente pari a 10 mm nel caso in cui non siano presenti aggregati, pari a 16 mm in caso contrario; ciò al fine di consentire il passaggio della miscela d'iniezione.

### 11.2.5 Tolleranze geometriche

Le tolleranze ammesse nella realizzazione dei fori sono le seguenti:

- il diametro dell'utensile di perforazione dovrà risultare non inferiore al diametro di progetto e non superiore del 10% di tale diametro;
- a lunghezza totale di perforazione dovrà risultare conforme al progetto;
- la variazione di inclinazione e di direzione azimutale non dovrà essere maggiore di  $\pm 2^\circ$ ,
- la posizione della testa foro non dovrà discostarsi più di 10 cm dalla posizione di progetto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La lunghezza totale dell'armatura e la lunghezza del tratto attivo, posizionato nella parte terminale della perforazione, dovranno risultare conformi alle indicazioni progettuali,

### 11.2.6 Perforazione

La perforazione potrà essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, in materie di qualsiasi natura e consistenza, compreso calcestruzzi, murature, trovanti e/o roccia dura, anche in presenza di acqua.

Il foro potrà essere eseguito a qualsiasi altezza e l'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire idonei ponteggi ed impalcature, rispondenti a tutte le indicazioni di Legge.

Il foro dovrà essere rivestito nel caso che il terreno sia rigonfiante o non abbia coesione sufficiente ad assicurare la stabilità delle pareti del foro durante e dopo la posa delle armature; in roccia si rivestirà il foro nei casi in cui:

- l'alterazione e la fessurazione della roccia siano tali da richiederlo per assicurare la stabilità delle pareti durante e dopo la posa delle armature;
- la natura della roccia sia tale da far temere la formazione di spigoli aguzzi lungo le pareti del foro, suscettibili di danneggiare le guaine di protezione.

Il fluido di perforazione potrà essere acqua, aria, una miscela di entrambi, oppure, unicamente per perforazioni in terreni sciolti, un fango di cemento e bentonite.

L'impiego di aria non è consentito in terreni incoerenti sotto falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere al lavaggio del foro con acqua o aria.

Nel caso coi terreni con prevalente componente argillosa, di rocce marnose tenere e terreni argillosi sovraconsolidati, il lavaggio sarà eseguito con sola aria, evitando l'utilizzo di fluidi di perforazione.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Si richiedono valori minimi di 200 l/min e 25 bar, rispettivamente. Nel caso di perforazione a roto-percolazione con martello a fondo foro si utilizzeranno compressori di adeguata potenza; le caratteristiche minime richieste sono:

- portata >10m/min;
- pressione > 8 bar.

### 11.2.7 Allestimento del tirante

Ultimata la rimozione dei detriti si provvedere all'allestimento del tirante:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1A fase), se necessaria;
- introduzione del tirante;
- riempimento dei dispositivi di separazione e protezione interni (sacco otturatore, bulbo interno);
- esecuzione delle iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- prove di carico di collaudo;
- tensionamento del tirante;
- iniezione della parte libera;
- protezione della testata.

Se presente l'iniezione di 1a fase l'introduzione del tirante potrà essere eseguita solo allorché:

- a perforazione sia interamente rivestita;
- il tirante sia dotato della valvola di fondo esterna all'ogiva;
- il riempimento avvenga contemporaneamente all'estrazione dei rivestimenti e siano operati gli eventuali rabbocchi finali;
- i trefoli ed i condotti di iniezione siano opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesatura;
- il sacco otturatore, nel caso di tiranti orizzontali o debolmente inclinati (i 5 25°), sia presente

#### 11.2.7.1 Iniezione

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.2.7.1.1 Cementazione di 1A fase**

Se necessaria sarà eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto specificato al precedente punto; si utilizzerà un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguiranno anche le operazioni di riempimento del sacco otturatore, ove presente, e del bulbo interno per i tiranti definitivi, utilizzando quantitativi di miscela corrispondenti ai volumi teorici degli stessi.

Completata l'iniezione di 1A fase si provvedere a lavare con acqua il cavo interno del tubo di iniezione.

**11.2.7.1.2 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. La 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 valori 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 della canna.

**11.2.8 Elementi di protezione**

In relazione alla aggressività dell'ambiente sono ammesse le seguenti due classi di protezione:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- classe 1 per tiranti provvisori in ambiente aggressivo e non aggressivo e per tiranti permanenti in ambiente non aggressivo, con protezione che consisterà in una guaina di polietilene o di polipropilene che avvolge il tratto libero;
- classe 2 per tiranti permanenti in ambiente aggressivo, con protezione di tutto il tirante che sarà costituita da una guaina in polietilene o in polipropilene; essa potrà essere flessibile o semirigida e liscia per il tratto libero; sarà invece grecata per il tratto di fondazione del tirante.

Lo spessore della guaina non dovrà essere inferiore a 1,5 mm e dovrà garantire contro lacerazioni in tutte le fasi di lavorazione e posa ed in presenza delle sollecitazioni meccaniche e chimiche previste in esercizio.

La sezione interna della guaina dovrà essere pari ad almeno quattro volte la sezione trasversale complessiva delle armature (trefoli o barre) contenute e dovrà comunque assicurare uno spessore di iniezione per il ricoprimento degli elementi più esterni dell'armatura di almeno 5 mm. Per le guaine corrugate dovrà risultare una distanza tra due nervature successive > 5 mm ed una differenza tra i diametri interni, maggiore e minore, superiore a 8 mm.

Ciascun trefolo o barra dovrà essere ulteriormente protetto:

- da una guaina individuale in P.V.C., polietilene o polipropilene nella parte libera;
- da una verniciatura in resina epossidica elasticizzata nel tratto di fondazione.

Gli spazi residui tra guaina e pareti del perforo dovranno essere riempiti con miscela cementizia.

Gli spazi residui tra armatura e guaina dovrà essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

### 11.2.9 Tesatura e collaudo

Trascorsi ventotto giorni dall'ultima iniezione, o meno, secondo il tipo di miscela, ogni tirante verrà sottoposto a tesatura di collaudo. L'inizio delle operazioni di tesatura e collaudo dovrà essere comunque autorizzato dalla D.L.

La trazione di collaudo ( $N_e$ ) è pari a 1,2 volte la trazione massima di esercizio ( $N_{es}$ ).

La prova di collaudo si eseguirà assegnando dapprima al tirante una trazione di assestamento  $N_0=0,10 N_{es}$  e misurando la corrispondente posizione delle armature rispetto

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

alle piastre di testata. I tiranti che non soddisfaranno i requisiti di collaudo verranno sostituiti con nuovi tiranti di caratteristiche e posizione concordate con la D.L. In tali casi, restando inteso che comunque i maggiori oneri che ne deriveranno saranno a totale carico dell'Appaltatore.

Ai tiranti risultanti idonei verrà applicata gradualmente e senza interruzioni la forza di tesatura iniziale prevista dal progetto. Al termine delle operazioni di tesatura verranno serrati gli organi di bloccaggio.

Le apparecchiature opportunamente tarate presso un laboratorio ufficiale impiegate dovranno consentire le seguenti precisioni di misurazione:

- per gli allungamenti di 0,1 mm;
- per le forze, del 2% della trazione massima di esercizio (Nes).

#### **11.2.10 Protezioni anticorrosive in opera**

La protezione anticorrosiva del tratto libero del tirante sarà completata iniettando all'interno della guaina la miscela utilizzata nelle operazioni di iniezione dopo il completamento delle operazioni di tesatura del tirante.

L'iniezione nel tratto libero della miscela cementizia prima della tesatura o di fasi eventuali di ritesatura, potrà avvenire solo per armature costituite da trefoli a sezione compatta, ingrassati e protetti da guaine individuali in P.V.C., in modo che sia assicurato lo scorrimento tra guaina e trefolo con minime resistenze.

La protezione della testa del tirante potrà essere ottenuta, nei casi in cui è prescritta la protezione di classe 1j con un getto della miscela indicata previa aggiunta di additivi antiritiro, mentre nel caso si debba realizzare una protezione di classe 2, si provvedere all'incapsulamento della testa mediante involucri protettivi di polietilene o polipropilene di spessore minimo pari a 2 mm che verranno connessi per saldatura alla guaina che avvolge il tratto libero; successivamente, con un getto di miscela cementizia, armata con rete, si proteggerà ulteriormente la testa dagli urti e dalle abrasioni. Per un periodo non inferiore a novanta giorni decorrente dalla data della ultimazione delle operazioni di tesatura di collaudo, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire rispettivamente a novanta e centottanta giorni dalla data della tesatura di collaudo, nelle quantità che saranno prescritte dalla D.L. e comunque non inferiore al 20% dei tiranti.



## **11.3 BARRE D'ANCORAGGIO, BULLONI E CHIODI**

### **11.3.1 Barre d'ancoraggio e bulloni**

#### **11.3.1.1 Perforazione**

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio. Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ( $\varphi \leq 80 \div 100$  mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

#### **11.3.1.2 Allestimento dell'ancoraggio**

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si provvedere a realizzare l'ancoraggio, procedendo con le seguenti operazioni:

- introduzione dell'armatura;
- esecuzione dell'iniezione primaria e contemporanea estrazione del rivestimento;
- esecuzione delle iniezioni selettive se ed ove previste;
- posizionamento della testata e dei dispositivi di tensionamento;
- eventuali prove di carico di collaudo;
- tensionamento della barra.

Per i bulloni ad espansione meccanica la connessione alla roccia si otterrà direttamente in fase di tensionamento.

### **11.3.2 Chiodi**

La posa in opera dei chiodi sarà eseguita tramite le seguenti operazioni:

- a) perforazione, da condurre in accordo con le prescrizioni di cui alle precedenti tipologie di ancoraggio; è ammesso l'impiego di attrezzature leggere, in relazione alla natura della roccia ed alla geometria del foro;
- b) introduzione dell'armatura;
- c) esecuzione dell'iniezione, fino al completo riempimento dell'intercapedine.

### 11.3.3 Iniezione

#### 11.3.3.1 Iniezione di miscele cementizie

Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio (punto 2.0 e seguenti), sia per le iniezioni di 1A fase, a gravità o a bassa pressione, sia per le iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati, quando previste.

#### 11.3.3.2 Iniezione di resine

Nell'esecuzione di iniezioni con resine sintetiche si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Per barre di piccolo diametro ( $\varphi = 15 + 20$  mm) si potrà adottare il sistema a "cartuccia". In tal caso si posiziona in fondo al foro una cartuccia di vetro contenente i componenti della resina, opportunamente separati. Si infila quindi la barra, facendola ruotare per rompere la cartuccia e mescolare i componenti della resina, dando così luogo al processo di polimerizzazione. Per barre di diametro maggiore si adotteranno di norma resine fluide, che saranno iniettate tramite un condotto di mandata con ugello di fuoriuscita posto in prossimità del fondo del foro. La testata sarà dotata di un tubicino di sfiato, di norma in rame, che sarà occluso per piegatura a iniezione completata.

Le resine saranno di norma impiegate per la solidarizzazione delle barre in acciaio alla roccia. Preferenzialmente saranno impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che influenzano il comportamento delle miscele di iniezione a base di resine sono:

- la viscosità in fase fluida
- i tempi di indurimento e loro dipendenza dalla temperatura
- la compatibilità con la presenza di acqua.

Rapporti non corretti del dosaggio dei componenti danno luogo a perdite di resistenza (per le resine epossidiche) o a variazioni non accettabili dei tempi di polimerizzazione (per resine poliesteri).

La presenza di solventi o diluenti, o prodotti secondari delle reazioni non partecipanti della struttura della macromolecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Sarà necessario che ciascun componente non sia solubile in acqua e che l'eventuale assorbimento di acqua non comporti alterazioni nel processo di polimerizzazione. Particolari accorgimenti dovranno essere presi per l'impiego sotto battente d'acqua, per evitare porosità e discontinuità.

La scelta della resina dovrà essere fatto tenendo conto dei seguenti fattori:

- viscosità: i valori dovranno essere compresi tra 300 e 3000 cP a 20°e devono essere misurati con il metodo ASTM D2393 -72;
- tempo di gel: valore da definire a cura del produttore o a seguito di prove preliminari, in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, ed ai tempi di realizzazione; il valore dovrà essere misurato secondo il metodo ASTM D2471 -71;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione: la differenza tra il peso della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% del peso iniziale; la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio, sviluppo di gas;
- compatibilità con l'eventuale presenza di acqua in fase di polimerizzazione: l'accertamento dovrà essere fatto attraverso prove di confronto della resistenza a trazione di resine indurite in aria ed in acqua, su provini del tipo 2 indicati nella UNIPLAST 5819 -66 (con spessore di 10 mm); la riduzione di resistenza dovrà essere inferiore al 10% del valore della resistenza della resina indurita all'aria.

#### **11.3.4 Bulloni e chiodi speciali**

Tali realizzazioni necessariamente seguiranno le istruzioni operative del fabbricante, ove non in contrasto con le indicazioni seguenti:

##### **11.3.4.1 Bulloni attivi ad ancoraggio meccanico**

###### **a) Caratteristiche delle teste di ancoraggio**

Le teste di ancoraggio dovranno essere dotate esclusivamente di dispositivo a espansione automatico in modo che, anche a distanza di tempo dalla posa e a seguito di deformazioni dell'ammasso roccioso, la testa possa continuare a espandere mantenendo efficace l'ancoraggio.

Le parti dell'ancoraggio, destinate a trasmettere sforzi di attrito, dovranno essere costituite da materiale duttile in leghe resistenti all'azione aggressiva delle acque.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La conformazione dell'ancoraggio (contatto tra le parti interne e i corpi espandenti) dovrà garantire l'invariabilità della posizione durante le operazioni di posa e tensionamento.

Le teste di ancoraggio dovranno essere scelte in funzione del tipo di ammasso roccioso (lunghezza delle alette) e del diametro di perforazione (calibro).

La tolleranza sul diametro della testa di ancoraggio non dovrà essere superiore a 0,15 mm rispetto al diametro nominale.

La testa di ancoraggio dovrà avere una espansione massima superiore di almeno 6 (sei) mm al diametro di perforazione.

#### b) Caratteristiche delle barre

Le barre dovranno essere realizzate con acciai a elevata resistenza aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza al limite di snervamento non inferiore a  $420 \text{ N/mm}^2$ ;
- resistenza a rottura non inferiore a  $700 \text{ N/mm}^2$ ;
- allungamento a rottura non inferiore al 15%;
- resilienza a  $20^\circ\text{C}$  non inferiore a 30 Joule.

#### c) Piastra di ripartizione

La piastra di ripartizione dovrà avere una sede emisferica opportunamente sagomata, atta all'alloggiamento del dado di bloccaggio.

L'inclinazione delle perforazioni rispetto alla superficie di appoggio della piastra di ripartizione non dovrà discostarsi di un angolo superiore a  $20^\circ$  dalla perpendicolare.

#### d) Prove a rottura.

Dovranno essere eseguiti controlli sistematici ogni 300 bulloni posti in opera. La prova consisterà nel portare a snervamento gli ancoraggi per trazione con apposito martinetto che dovrà essere sempre disponibile in cantiere.

Di ogni singola prova l'Appaltatore dovrà fornire i diagrammi sforzi/deformazioni.

Sulla testa di ciascun bullone dovranno essere inoltre punzonati i dati caratteristici per consentire l'identificazione del materiale e del luogo di produzione.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Qualora il progetto preveda che i bulloni siano sollecitati da sforzi di taglio, dovranno essere iniettati con miscele cementizie, preparate in conformità alle prescrizioni del precedente paragrafo.

**11.3.4.2 Bulloni frizionali a espansione idraulica o similari**

Sono ancoraggi ad aderenza continua su tutta la lunghezza del foro, in profilato tubolare d'acciaio speciale preresinato mediante immersione, dopo opportuna pulizia e sgrossatura, in una vernice gommosa mono-componente a base di bitume modificato (ciclizzato) e componenti attivi allo zinco avente le seguenti caratteristiche:

## a) Acciaio:

Le caratteristiche dell'acciaio dovranno soddisfare i seguenti valori:

- tipo SAE 1008 (Norme Ansi), RST 37,2 (Norme DIN), SS 1232 (Norme Svedesi);
- resistenza a trazione maggiore di 390 N/mm<sup>2</sup>;
- allungamento a rottura maggiore del 37%.

b) Ancoraggio:

- diametro minimo 36 mm (prima dell'espansione);
- diametro max 54 mm (dopo l'espansione);
- spessore 3 mm;
- diametro della perforazione 43 ÷ 52 mm;
- carico di rottura 200 KN;
- allungamento a rottura maggiore del 10%;

c) Resinatura:

## c1) Caratteristiche della vernice protettiva

Di tipo monocomponente a base di gomme ciclizzate e di bitumi modificati aventi le seguenti caratteristiche:

- 1 - contenuto secco: 49% in volume;
- 2 - potere coprente (su superficie asciutta) : 3.3 m<sup>2</sup>/litro per 150 micron;
- 3 - massa volumica: 1,10 g/cm<sup>3</sup>;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

4 - viscosità: 116 KV a 20°

5 - solvente: acquaragia;

6 - pigmento: fosfato di zinco e altri composti attivi allo zinco;

7 - legante: bitume ciclizzato;

8 - colore: marrone scuro;

9 - tempo di asciugatura:

- può essere maneggiato dopo 15 ore (a 20°C);
- può essere impilato dopo 1 settimana;
- la completa maturazione si ha dopo 2-3 settimane.

#### c2) Preparazione della superficie da resinare

La superficie del bullone da trattare dovrà essere lucida e pulita, priva di trattamenti anticorrosivi a base di oli viscosi o cere per non diminuire le caratteristiche meccaniche e di adesione della resinatura.

La superficie non dovrà essere umida o bagnata ma perfettamente asciutta e avere una temperatura di circa 3°C più elevata dell'ambiente circostante e ciò per evitare fenomeni di condensa che possano inficiare l'efficacia del trattamento.

#### c3) Trattamento

Il trattamento non va eseguito in condizioni di temperatura inferiori a + 5°C.

I bulloni devono essere immagazzinati alla temperatura del bagno almeno un giorno prima del trattamento, fermo restando l'ulteriore riscaldamento dei bulloni medesimi come indicato al precedente punto c.2).

Il bagno di resina deve essere mantenuto almeno alla stessa temperatura dell'ambiente e mantenuto in agitazione mentre avviene il trattamento.

I bulloni vanno posti in bagno singolarmente e appoggiati su apposite rastrelliere.

#### c4) Asciugatura

Dopo aver controllato accuratamente che tutta la superficie del bullone sia stata uniformemente ricoperta dalla resina è necessario che la stagionatura duri almeno 10 giorni, se la temperatura dell'ambiente è di 20°C.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Lo spessore finito della guaina protettiva, da misurare su almeno 2 campioni per ogni singolo trattamento, deve risultare di 150 micron  $\pm$  50 micron. Spessori inferiori a 100 micron sono considerati di scadente qualità e la partita dovrà essere scartata.

## c5) Stoccaggio

Poiché la resina protettiva ha un indurimento ritardato, per garantire elasticità e flessibilità nel lungo termine, i bulloni devono venire conservati, durante il periodo di maturazione della resina medesima della durata di almeno 2-3 settimane, singolarmente su apposite gabbie in legno o similari e non impilati o con le superfici a contatto.

Non saranno ammessi in alcun caso ancoraggi preresinati direttamente in cantiere o con modalità difformi da quelle sopraindicate.

d) Modalità di installazione

Prima dell'inserimento del bullone il foro dovrà essere accuratamente pulito rimuovendo i residui di perforazione.

L'installazione dovrà avvenire al massimo dopo 2 ore dall'ultimazione della perforazione.

L'ancoraggio dovrà essere inserito nel foro completo della piastra di bloccaggio atta a trasferire il carico sul paramento ed espanso mediante iniezione di acqua avente pressione non inferiore a 30

Mpa in modo da adattare il profilo alle irregolarità del foro e aumentare la resistenza al taglio della roccia per effetto della completa adesione e serraggio meccanico dei giunti rocciosi all'esterno del perimetro dell'ancoraggio medesimo.

Ultimata l'espansione l'interno del bullone dovrà essere accuratamente drenato.

Qualora il progetto preveda che i bulloni siano sollecitati da sforzi di taglio, l'espansione dovrà essere realizzata con miscela o pasta cementizia con rapporto a/c pari a 0,5, iniettata a pressione non inferiore a 30 MPa.

**11.3.4.3 Bulloni autoperforanti**

Sono bulloni costituiti da una barra filettata per rullatura in continuo, cava all'interno, alla cui estremità viene montato un attrezzo tagliente a perdere per la perforazione a distruzione di nucleo in terreni eterogenei o intensamente fratturati nei quali le operazioni di perforazione e inserimento del bullone risultino molto difficili per la assoluta mancanza di stabilità del foro.

a) Caratteristiche del bullone

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- resistenza a trazione dell'acciaio non inferiore a  $510 \text{ N/mm}^2$ ;

dimensioni, carico minimo di rottura a trazione e diametro di perforazione indicativi (vedi seguente tabella):

Diametro bullone (est/int)	Resistenza a trazione (KN)	Dimensione testa di perforazione (mm)
25/14	200	42 ÷ 52
32/20	280	52 ÷ 75
32/15	360	52 ÷ 75
38/14	500	75 ÷ 120

- i singoli elementi, della lunghezza da 2 a 6 m ed oltre, dovranno essere giuntabili solo mediante idoneo manicotto autocentrante esterno od interno;
- la piastra di ripartizione, di dimensioni e spessore variabili in relazione al carico massimo da sopportare, dovrà avere una sede emisferica per l'alloggiamento del dado di bloccaggio;
- i singoli elementi potranno avere i fori per le iniezioni aperti o chiusi da apposite valvole per consentire di eseguire le iniezioni ripetute e a pressione controllata

#### b) Modalità esecutive

Per la posa in opera si dovrà utilizzare un martello perforatore ad aria compressa od idraulico montato su slitta.

A foro ultimato l'asta dovrà essere lasciata in sito e si procederà subito con l'iniezione di miscela cementizia a una pressione da concordare con la Direzione Lavori e comunque non superiore a  $1\div 2 \text{ MPa}$  in modo da riempire lo spazio anulare tra bullone e parete del foro e l'interno del bullone.

La pasta o malta cementizia, fornita anche in sacchi premiscelati, dovrà avere resistenza caratteristica non inferiore a  $30 \text{ MPa}$ .

Lo studio preliminare della miscela e le modalità di iniezione dovranno essere approvate dalla Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Successivamente le caratteristiche della miscela dovranno essere verificate almeno una volta alla settimana.



#### **11.3.4.4 Bulloni costituiti da lamiera, barre o profilati infissi a pressione**

Le lamiere, barre o profilati di acciaio dovranno essere infisse a pressione senza perforazione preventiva mediante spinta con idonea attrezzatura.

L'attrezzatura dovrà applicare una spinta continua all'elemento e impedire lo svergolamento dello stesso e dovrà inoltre essere dotata di un sistema per la registrazione continua della spinta applicata per l'infissione.

#### **11.3.4.5 Elementi in vetroresina**

Per chiodi in vetroresina si utilizzeranno solo prodotti chimicamente affini al materiale costituente l'armatura. In casi e per applicazioni particolari i chiodi potranno essere inseriti a pressione, con o senza battitura, con o senza jetting (attraverso la sezione cava).

Con "vetroresina" si intende un materiale composito le cui componenti di base sono tessuti in fibre di vetro e/o fibre di vetro o aramidiche, legati fra loro da una matrice di resine termoindurenti opportunamente polimerizzate. Il materiale è fortemente anisotropo e quindi si dovrà tener conto, per il suo corretto impiego, della disposizione delle fibre di rinforzo. Di norma i chiodi in vetroresina saranno a sezione circolare, piena o cava, con diametri variabili da 20 a 60 mm; per i profilati a sezione cava si richiedono spessori minimi non inferiori a 4 mm.

Ove necessario, o espressamente richiesto dal progetto, le barre dovranno essere del tipo ad aderenza migliorata, ad esempio mediante trattamento di filettatura continua. L'impiego di profilati con sezioni di geometria particolare (a doppio T, ad U, prismatica) potrà essere consentito, ove previsto da progetto. I materiali utilizzati dovranno essere certificati dal produttore.

Le caratteristiche minime richieste sono riportate nella tabella seguente:

## CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITÀ DELLE VETRORESINE PER CHIODI

Caratteristiche	Unità di misura	Matrice		Metodo di prova
		Poliestere	Resina epossidica	
Peso specifico	Kg/dm	1.65-1.85	1.9	UNI 7092-72
Contenuto di vetro in percentuale del peso	%	50+ 70	60 + 75	—
Resistenza a trazione	MPa	400 * 650	> 800	UNI 5819/66
Resistenza a flessione	MPa	300 + 600	>750	UNI 7219/73
Resistenza a compressione	MPa	150 + 300	450	UNI 4279/72
Modulo di elasticità	MPa	15000 + 32000	35000 + 42000	UNI 5819/66

Le informazioni relative alla esecuzione dei chiodi saranno riportate, a cura dell'Appaltatore, su una scheda tecnica preventivamente approvata dalla DL.

### 11.4 MICRODRENI

#### 11.4.1 Generalità

I dreni hanno la funzione di captare venute localizzate di acqua o di limitare al valore richiesto il regime delle pressioni interstiziali. Le caratteristiche dei dreni per quanto concerne tipo, interasse, lunghezza, diametro e disposizione saranno definite dal progetto; l'Appaltatore dovrà realizzare i dreni con le prescritte caratteristiche, sottoponendo preventivamente alla DL eventuali proposte di variazione rispetto alle caratteristiche tipologiche prefissate, che dovranno comunque essere tali da garantire le medesime capacità e funzionalità.

#### 11.4.2 Caratteristiche dei tubi filtranti

Il tubo filtrante avrà caratteristiche (diametro, lunghezza, e apertura della fessurazione) conforme al progetto.

Il materiale costituente dovrà essere plastico non alterabile, con spessore e resistenza tale da garantire la corretta posa in opera nelle specifiche condizioni del sito e di ciascuna operazione. Qualora non diversamente prescritto, lo spessore sarà di almeno 2.5 mm, l'apertura della finestratura di 0.2 mm, il diametro esterno del tubo di almeno 40 mm. Il tratto

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

cieco avrà diametro interno uguale a quello del tratto finestrato. La parte terminale dei tubi di ciascun dreno, per una lunghezza di almeno 5 m, sarà sufficientemente resistente da non subire danni o deformazioni consistenti, una volta in opera, in conseguenza del congelamento dell'acqua in essa contenuta.

La perforazione dovrà essere condotta con modalità approvate, comunque con un solo diametro per tutto il foro, con eventuali maggiorazioni di tale diametro in corrispondenza del tratto equipaggiato con tubazione cieca, qualora ritenuto utile o necessario per il raggiungimento della profondità richiesta. La perforazione sarà sempre accompagnata da rivestimento provvisorio, senza impiego di fluidi diversi da acqua eventualmente additivata con polimeri biodegradabili in 20+40 ore. E'ammesso uno scostamento massimo dell'asse teorico non superiore al 3%.

Al termine della perforazione il foro sarà energicamente lavato con acqua pulita.

Si eviterà, se non altrimenti approvato, di perforare contemporaneamente dreni con interasse inferiore a 10 m.

Il dreno sarà inserito nell'interno del rivestimento provvisorio, che sarà solo successivamente estratto. La bocca del tubo dovrà sporgere di 4-6 cm dal paramento di boccaforo e verrà protetta da staffe di acciaio sporgenti.

Nel caso di dreni con tratto cieco maggiore di 10 m in lunghezza, il tubo dovrà essere dotato di accessori atti a separare il tratto filtrante da quello cieco mediante cementazione dell'intercapedine tra tubo e foro lungo il tratto cieco. A questo scopo dovranno essere predisposti:

- 2 valvole a manicotto distanti 100 e 150 cm dal punto di giunzione tra tratto filtrante e cieco;
- un sacco otturatore in tela juta o simili, avente 40 cm di diametro e lunghezza di circa 200 cm, legato alle estremità e disposto scopertura delle valvole, nel tratto di tubo cieco più profondo;
- alcune valvole a manicotto lungo la parte cieca del tubo non occupato dal sacco otturatore.

La cementazione si eseguirà ponendo in opera una miscela cementizia, mediante un condotto di iniezione munito di doppio otturatore, subito dopo l'estrazione del rivestimento provvisorio. La sequenza operativa sarà la seguente:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- 1 - posizionamento del sacco otturatore in corrispondenza della valvola inferiore;
- 2 - iniezione di un volume di miscela corrispondente al volume del sacco otturatore completamente espanso, con una pressione di iniezione alla quota della valvola compresa tra 0.2 oH ed un prudenziale margine rispetto alla pressione che procura la lacerazione e la sfilatura del tubolare dalle sue legature alle estremità (oH equivale alla differenza di quota tra valvola inferiore e bocca foro);
- 3 - spostamento del doppio otturatore sulla valvola appena sopra il sacco otturatore iniettato e riempimento con miscela in pressione fino al suo rifluimento a bocca foro.

Ove previsto dal progetto il tratto filtrante sarà rivestito con un foglio di geotessile, le cui caratteristiche saranno di volta in volta specificate, e comunque non inferiori a quanto prescritto nella tabella seguente:

**CARATTERISTICHE MINIME E LIMITI DI ACCETTABILITÀ DEI GEOTESSILI PER  
DRENAGGI**

spessore	2.5 mm
peso	300 g/m <sup>2</sup>
resistenza a trazione (UNI 8639)	350 N/5 cm
allungamento (UNI 8639)	70%
trazione trasversale (UNI 8639)	500 N/5 cm
allungamento trasversale (UNI 8639)	30%
permeabilità	$5 \cdot 10^{-3}$ cm/sec

Terminate le operazioni di installazione ed eventuale cementazione dei tubi, il dreno dovrà essere lavato con acqua mediante una lancia con tratto terminale metallico dotato di ugelli per la fuoriuscita radiale del liquido; la lancia scorrerà entro il tubo grazie a dei pattini opportunamente disposti e tali da prevenire ogni danneggiamento del dreno.

Il lavaggio sarà eseguito a partire da fondo dreno, risalendo a giorno in forma graduale e progressiva dopo aver osservato la fuoriuscita di acqua limpida da bocca foro. Il lavaggio sarà se necessario ripetuto fino alla sicura creazione di un filtro rovescio naturale nel terreno circostante il dreno, in modo tale da assicurare che nelle fasi di esercizio il drenaggio delle acque non sia accompagnato da indesiderati fenomeni di trasporto solido.

A installazione e lavaggio avvenuti, ogni dreno sarà mantenuto tale da permettere l'accesso alla bocca per periodiche ispezioni e misure della portata emunta.

## 11.5 TRINCEE DRENANTI

Per trincee di modesta profondità (6 ÷ 7 m) è possibile utilizzare degli escavatori a braccio rovescio, con benna a cucchiaio. In tal caso lo scavo procederà con continuità, e le operazioni di posa dei geotessili e di riempimento saranno effettuate a seguire.

Per l'esecuzione di trincee drenanti profonde saranno utilizzate le attrezzature e le tecniche di scavo dei diaframmi.

Lo scavo della trincea dovrà essere necessariamente eseguito a secco, provvedendo al suo immediato riempimento con il materiale drenante. Nei casi in cui la coesione del terreno non sia tale da garantire la stabilità dello scavo, potranno essere utilizzati fanghi biodegradabili. In alternativa si realizzeranno schermi costituiti da pozzi drenanti.

Le pareti dello scavo saranno di norma rivestite con un foglio di geotessile le cui caratteristiche saranno stabilite dal progettista, in relazione alla granulometria del terreno naturale e del materiale di riempimento.

Di norma il geotessile deve essere prodotto utilizzando poliestere insensibile ai raggi ultravioletti, alla aggressione salina e non putrescibile. Il processo meccanico di produzione deve prevedere la legatura dei filamenti (agugliatura), senza aggiunta di leganti.

In ogni caso il geotessile dovrà avere caratteristiche non inferiori a quanto riportato nella tabella precedente e rispondere alle prescrizioni riportate nella Sez. Movimenti di Terra del presente Capitolato.

I vari fogli di geotessile dovranno essere cuciti tra loro per formare il rivestimento del drenaggio; qualora la cucitura non venga effettuata, la sovrapposizione dei fogli dovrà essere di almeno cm 20.

La parte inferiore del geotessile, a contatto con il fondo della trincea e per un'altezza di almeno cm 20 sui fianchi, dovrà essere impregnata con bitume a caldo, o reso fluido con opportuni solventi che non abbiano effetto sui geotessile. Tale impregnazione potrà essere fatta prima della messa in opera nel cavo del "geotessile" stesso o, per trincee poco profonde, anche dopo la sua sistemazione in opera. Si dovrà prevedere la fuoriuscita di una quantità di geotessile sufficiente ad una doppia sovrapposizione dello stesso sulla sommità del drenaggio (2 volte la larghezza della trincea).

Sul fondo dello scavo si disporrà un tubo drenante, corrugato e formato in PVC del diametro non inferiore a 80 mm, per la raccolta delle acque drenate.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il cavo rivestito sarà quindi immediatamente riempito con materiale drenante, curando in particolare che il geotessile aderisca alle pareti dello scavo.

Si utilizzerà materiale lapideo pulito e vagliato, tondo o di frantumazione, con pezzatura massima non eccedente i 70 mm e trattenuto al crivello 10 mm UNI.

Il riempimento verrà arrestato a circa 50 cm dal piano campagna. Quindi saranno risvoltati i fogli di geotessile e si ritomberà il tutto con argilla compattata.

## **11.6 POZZI DRENANTI**

### **11.6.1 Attrezzature**

Per la realizzazione di schermi di pozzi drenanti saranno utilizzate le attrezzature per l'esecuzione di pali trivellati con impiego di colonne di rivestimento provvisorio. E' tassativamente esclusa la possibilità di impiego di fanghi bentonitici. Possibilmente la perforazione dovrà essere effettuata "a secco"; l'impiego di acqua o di fanghi biodegradabili potrà essere autorizzato, in determinate circostanze, dalla DL.

Per la realizzazione dei collettori di fondo saranno utilizzate sonde a rotazione e/o rotopercussione a manovra corta, le cui dimensioni dovranno essere compatibili con il diametro dei pozzi. Le sonde potranno essere a funzionamento automatico, telecomandato o manuale.

Il diametro della perforazione non dovrà essere inferiore a 120 mm.

I collettori dovranno essere realizzati introducendo un tubo in PVC ondulato o gracato, ad elevato allungamento e flessibilità, avente diametro minimo di 75-85 mm, ed in grado di resistere alle pressioni interne ed esterne.

Alle sonde dovranno essere asservite attrezzature di servizio integrate, costituite da una gru, motore e centralina idraulica, pompe sommerse per lo svuotamento provvisorio dei pozzi, etc.

La perforazione della condotta di fondo dovrà essere eseguita in conformità a tutte le prescrizioni in materia di igiene e sicurezza sul lavoro.

Prima dell'inizio dei lavori l'Appaltatore dovrà trasmettere alla Direzione Lavori una planimetria con indicati tutti i pozzi drenanti, numerati progressivamente, specificando i previsti allestimenti finali (pozzi drenanti, pozzi ispezionabili, etc.) e la sequenza di esecuzione.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Di norma i lavori dovranno iniziare dal pozzo posto più a valle, in modo da consentire il funzionamento dell'impianto sin dalle prime fasi di lavoro.

In generale la pendenza media della condotta di fondo non dovrà essere inferiore al 2%. Tale condotta può essere realizzata anche a gradini.

### **11.6.2 Esecuzione dei collegamenti tra i pozzi**

Prima di effettuare i collegamenti dovranno essere controllati tutti i parametri geometrici delle perforazioni verticali ed orizzontali, allo scopo di assicurare la necessaria precisione plano-altimetrica del collegamento. L'Appaltatore trasmetterà alla Direzione Lavori le modalità di controllo della geometria delle perforazioni.

Detta tubazione deve essere continua ed attraversare il pozzo immersa nel materiale drenante. In questo tratto il tubo dovrà essere forato e rivestito di geotessile per la captazione dell'acqua drenata.

L'intercapedine tra tubazione e perforazione sarà adeguatamente impermeabilizzato utilizzando una miscela cementizia plastica.

### **11.6.3 Allestimento definitivo dei pozzi**

Sono possibili i seguenti allestimenti: pozzi drenanti a tutta sezione; pozzi drenanti ispezionabili; pozzi drenanti con rivestimento strutturale.

#### **11.6.3.1 Pozzi drenanti a tutta sezione**

Impermeabilizzato il fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo, si eseguirà il riempimento con materiale arido pulito provvedendo contemporaneamente all'estrazione del rivestimento provvisorio. Si utilizzerà di norma un fuso granulometrico compreso fra 2÷25 mm circa, con passante al vaglio 200 ASTM non superiore al 5%; il materiale dovrà essere lavato ed esente da materiali organici coesivi.

Per favorire il corretto assestamento della ghiaia potrà essere opportuno facilitarne la discesa mediante il deflusso di una piccola portata di acqua.

Completato il riempimento, si provvedere alla realizzazione di un tappo superiore di impermeabilizzazione, separato dal materiale drenante per mezzo di una membrana geotessile o in PVC.

### **11.6.3.2 Pozzi ispezionabili**

Si tratta di pozzi aventi rivestimento definitivo  $\varnothing$  1.5 m, in modo da realizzare una intercapedine di spess. 15 cm.

In presenza di tubo forma, questo sarà estratto contemporaneamente alla immissione del materiale drenante, curando che rimanga sempre immerso nello stesso per impedirne la contaminazione; si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. La presenza del rivestimento definitivo consente in ogni momento di accedere alla tubazione di collegamento per verificare il normale funzionamento ed eseguire, se necessario, eventuali manutenzioni.

Il mantello drenante di questi pozzi sarà ottenuto tramite il riempimento di questa corona anulare esterna con il materiale granulare arido 2÷25 mm.

Eseguita l'impermeabilizzazione del fondo (esterno ed interno) si procederà al versamento del materiale drenante mediante opportuni convogliatori.

Eseguito anche il tappo superiore, si provvedere ad installare all'interno del rivestimento definitivo una scala metallica munita di gabbia di protezione.

Infine verrà posto in opera il chiusino di testa, in cemento armato prefabbricato, munito di botola in ghisa.

### **11.6.3.3 Pozzi drenanti con rivestimento strutturale**

Si tratta di pozzi aventi diametro minimo  $\varnothing$  2 m, il cui mantello drenante, di spessore medio  $s = 10$  cm, è coassiale ed esterno ad un rivestimento in conglomerato cementizio armato di 30 cm di spessore.

Si dovrà, anche in questo caso, procedere alla impermeabilizzazione del fondo del pozzo sino a 20 cm sopra la quota prevista per la condotta di fondo. Esecutivamente il pozzo sarà realizzato inserendo entro la perforazione  $\varnothing$  2 m due rivestimenti ondulati  $\varnothing$  1.2 e  $\varnothing$  1.8 m, coassiali, al cui interno verrà quindi posizionata l'armatura. I due rivestimenti, il cui spessore ( $\geq 2.7$  mm) è comunque da dimensionare in base alla profondità del getto di cls, fungono da cassero "a perdere". Se realizzati in acciaio zincato essi possono essere considerati, sotto certe condizioni, collaboranti permanentemente.

Posizionati i lamierini e l'armatura si eseguirà il riempimento dell'intercapedine esterna con materiale drenante e quindi il getto di cls, previo adeguato puntellamento interno. Le acque

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

di drenaggio vengono raccolte all'interno del pozzo tramite 2÷3 perforazioni radiali del rivestimento in c.a..

L'allestimento del pozzo sarà infine completato in maniera analoga a quanto previsto per i pozzi ispezionabili (scala, chiusino, botola, età).

Ove previsto dal progetto si installeranno dall'interno dei pozzi delle raggiere di tubi microfessurati in PVC. L'importanza di questi micro-dreni è dovuta alla possibilità che offrono di incrementare la captazione delle acque in terreni poco permeabili, o al contatto tra coltre e substrato.

L'allontanamento definitivo delle acque sarà ottenuto mediante il loro recapito dai pozzi terminali ad un sistema di canalette superficiali, da disporre lungo opportune direttrici.

## **11.7 TRATTAMENTI COLONNARI**

### **11.7.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali**

Di norma le perforazioni saranno eseguite con o senza rivestimento, con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituite da:

- acqua
- fanghi cementizi
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Appaltatore.

Le pressioni di iniezione devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite.

I trattamenti dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dalla DL, e potranno essere realizzati in verticale o comunque inclinati in relazione alle indicazioni di progetto.

### **11.7.2 Prove tecnologiche preliminari**

La tipologia delle attrezzature prescelte ed i principali dettagli esecutivi dovranno essere comunicati dall'Appaltatore alla Direzione Lavori per opportuna informazione. L'Appaltatore

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

ha l'obbligo di eseguire delle prove tecnologiche preliminari per verificare l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione.

L'Appaltatore eseguirà una serie di prove preliminari per la messa a punto dei sistemi in funzione delle condizioni locali del sito e dello scopo del progetto.

Definite le modalità esecutive più idonee, si procederà all'esecuzione di un campo prova che sarà costituito da almeno (salvo particolari richieste che la Direzione Lavori si riserva di volta in volta di fare) 4 colonne rappresentative dell'intervento che si dovrà realizzare.

Sulle colonne del campo prova si dovranno effettuare i tests di seguito indicati, che potranno essere richiesti in tutto o in parte o eventualmente integrati, come verrà di volta in volta indicato in funzione della specificità del progetto.

#### **11.7.2.1 Determinazione del diametro medio delle colonne**

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 3 m delle colonne (trascurando i primi 50+60 cm dal p.c). Qualora gli eventuali strati profondi di terreno da trattare presentino caratteristiche sostanzialmente diverse dai terreni superficiali, le colonne di prova andranno spinte a tali profondità; in questo caso il controllo sarà effettuato solo mediante carotaggi.

##### 11.7.2.1.1 Carotaggi e prove in sito

Di norma si eseguiranno le seguenti prove:

- esecuzione di un carotaggio continuo su tutte le colonne per tutta la loro lunghezza, posizionato al centro; il carotaggio dovrà mostrare una percentuale di recupero superiore od uguale al 70%;
- esecuzione di un carotaggio continuo per tutta la lunghezza, posizionato all'intersezione di eventuali due colonne compenetranti;
- esecuzione di carotaggi continui lungo il presunto bordo estemo teorico ipotizzabile, in numero sufficiente per l'individuazione del diametro, nel caso di colonne profonde per le quali non è possibile procedere con esami visivi diretti;
- misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali, lungo i fori eseguiti in asse, con il metodo del carotaggio sonico. Le colonne dovranno aver raggiunto almeno 30 gg. di maturazione (preferibilmente 30 gg. nel caso di trattamento di terreni incoerenti e 40 gg. nel caso di terreni coesivi); le misure

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

verranno eseguite attraverso dei tubi in acciaio del diametro interno maggiore o uguale a 35 mm inseriti all'interno delle perforazioni di carotaggio ed adeguatamente cementati;

- per trattamenti intensivi, come ad esempio per la realizzazione di tamponi di fondo, potrà venire richiesta la realizzazione di prove cross-hole attraverso almeno tre tubi in acciaio posti ad un interasse di circa 100 cm (e che comunque verrà definito di volta in volta). Le misure microsismiche dovranno venire effettuate, per tutte le coppie possibili di tubi, sia sul terreno vergine prima dell'intervento, che sul trattamento dopo almeno 30 gg. dalla sua realizzazione;
- per trattamenti intensivi potranno venire richieste prove di permeabilità del tipo Lugeon;

I carotaggi dovranno essere eseguiti con corone a diamante e doppio carotiere con almeno 100 mm di diametro nominale.

Sui campioni prelevati si eseguiranno le seguenti operazioni:

- catalogazione, descrizione e documentazione fotografica
- osservazioni relative al grado di continuità con l'indicazione delle percentuali di recupero e la lunghezza di ciascun pezzo di carota (in cm)

### 11.7.3 Caratteristiche minime dei trattamenti

In ogni caso, a meno di particolari esigenze progettuali di volta in volta indicate, le caratteristiche delle colonne che si dovranno realizzare saranno conformi a quanto specificato nella tabella seguente, ove con:

- $q_u$ : si intende la resistenza media ad espansione laterale libera su campioni prelevati dai carotaggi di controllo;
- $D_m$ : è il diametro medio, in uno stesso tipo di terreno, misurato su colonne scoperte.

Il modulo di elasticità tangenziale  $E$  dovrà assumere valori pari o superiori a  $E > 100q_u$

Per ottenere i suddetti valori, si dovranno rispettare le seguenti quantità minime di cemento da iniettare, in funzione del sistema prescelto (la quantità di cemento viene indicata come peso secco per metro cubo di terreno trattato):

- sistema monofluido 350 + 400 kg/m<sup>3</sup>

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- sistema a due fluidi 400-5-450 kg/m<sup>3</sup>
- sistema a tre fluidi 600 + 700 kg/m<sup>3</sup>.

## CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITA' DELLE COLONNE JET-GROUTING

SISTEMA	TIPO TERRENO	DIAMETRO MEDIO (m) Dm	RESISTENZA (MPa) qu
Monofluido	Incoerenti sciolti	0.60+0.80	>5÷6
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.4+0.6	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.4 : 0.6	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.3+0.5	
A due fluidi	Incoerenti sciolti	1.0+1.5	≥5÷6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	0.6+0.9	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	0.7+1.0	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.5+0.8	
A tre fluidi	incoerenti sciolti	1.6+2.0	≥5÷6.0
	Incoerenti da mediamente addensati ad addensati	1.0+1.5	
	Coesivi soffici o mediamente compatti	1.2+1.6	≥1.5÷2.0
	Coesivi molto compatti	0.6+1.00	

**11.7.4 Tolleranze**

Le colonne dovranno essere realizzate nella posizione e con le dimensioni nominali di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate planimetriche del centro della colonna: ± 5 cm
- scostamento dall'asse teorico: ± 2%
- lunghezza: ±15cm
- diametro medio reso: non inferiore a quello nominale di progetto
- quota testa colonna: ± 5 cm.

**11.7.5 Miscele cementizie di iniezione****11.7.5.1 Caratteristiche dei componenti**

Dovrà essere impiegata una miscela binaria cemento/acqua il cui rapporto è variabile, in funzione del sistema operativo, del tipo di terreno e dei parametri richiesti.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

E'ammesso l'uso di additivi, aventi le funzioni di seguito indicate:

- stabilizzanti (la resa volumetrica deve risultare > 97%) o fluidificanti
- acceleranti o ritardanti di presa
- impermeabilizzanti
- di protezione delle miscele dal dilavamento nel caso di falda in movimento con forte velocità
- di protezione da eventuali agenti organici presenti nel terreno.

Naturalmente l'adozione di tali additivi svolge un ruolo importante sulle caratteristiche meccaniche delle miscele e della colonna di terreno stabilizzato, che andranno di volta in volta verificate ed accettate in funzione degli scopi del trattamento stesso.

Le schede tecniche dei prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere preventivamente consegnate alla D.L. per opportuna informazione.

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti jet-grouting saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

$$1 < a/c < 2$$

#### **11.7.6 Armatura dei trattamenti colonnari**

Quando previsto in progetto, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi di acciaio tipo S275 / S355 senza saldatura longitudinale del tipo per costruzione meccanica con manicotti di giunzione filettati o saldati, che essere in grado di resistere ad una sollecitazione a trazione pari almeno ai 70% del medesimo carico ammissibile a compressione, da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del perforo appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso sia previsto l'inserimento dell'armatura in acciaio ad avvenuta presa della miscela, si dovrà procedere alla esecuzione di un foro di diametro adeguato nel corpo delle colonne, all'introduzione dell'armatura (tubi o barre in acciaio) ed al suo inghisaggio mediante iniezione a pressione di malta di cemento; la malta verrà iniettata attraverso lo stesso tubo in acciaio quando l'armatura è tubolare e attraverso un tubo in PVC quando l'armatura è in barre.

## **11.8 INIEZIONI**

### **11.8.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali**

Poiché la corretta scelta delle metodologie e dei prodotti di iniezione è basilare per la corretta realizzazione dei trattamenti, l'Appaltatore dovrà valutare attentamente gli elementi di conoscenza delle caratteristiche dei terreni (stratigrafia, granulometria, etc), o i caratteri strutturali e morfologici degli ammassi rocciosi (grado di fratturazione, permeabilità Lugeon, età). Dovrà inoltre valutare attentamente l'influenza della falda (pressione, velocità di filtrazione, età). Ove ne ricorra l'opportunità la Direzione Lavori richiederà l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari, secondo quanto precisato al punto successivo.

### **11.8.2 Salvaguardia ambientale**

Gli interventi con finalità impermeabilizzanti non dovranno modificare le condizioni idrologiche del sottosuolo all'esterno delle aree immediatamente adiacenti ai trattamenti. E' consentito esclusivamente l'impiego di prodotti stabili nel tempo, e che non cedano al terreno ed alle falde circostanti liquidi residuali inquinanti. Di norma quindi è fatto divieto all'uso di soluzioni colloidali e di reagenti organici, o di altre soluzioni in contrasto con le vigenti norme in materia di tutela ambientale.

#### **11.8.2.1 Controllo degli stati tenso-deformativi**

I procedimenti di iniezione dovranno essere definiti ed applicati in modo da evitare che abbiano luogo modificazioni indesiderate dello stato di deformazione e dello stato di sollecitazione su opere vicine.

### **11.8.3 Tolleranze**

I fori di iniezione dovranno essere realizzati nella posizione e con le inclinazioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto:

- coordinate plano-altimetriche :  $\pm 5$  cm;
- scostamento dall'asse teorico :  $\pm 2\%$ ; -lunghezza :  $\pm 15$ cm.

## 11.8.4 Materiali

### 11.8.4.1 *Miscele cementizie normali*

Di norma le miscele cementizie di iniezione per i trattamenti di impregnazione saranno preparate adottando un dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto cemento/acqua

$$0.25 \leq c/a \leq 0.6$$

con impiego di additivi stabilizzanti e disperdenti; per ottenere la stabilizzazione potrà essere utilizzato un agente colloidale, ad esempio bentonite, con rapporto

$$0.01 \leq b/a \leq 0.04$$

Per i trattamenti di intasamento di rocce fessurate il dosaggio  $c/a$  può variare nell'intervallo:

$$0.4 \leq c/a \leq 1.4$$

Il cemento impiegato dovrà essere scelto in relazione alle esigenze di penetrabilità ed alle caratteristiche ambientali, considerando, in particolare, l'aggressività dell'ambiente esterno.

E'ammesso l'uso di additivi stabilizzanti, disperdenti e/o fluidificanti.

Le schede tecniche dovranno essere preventivamente approvate dalla DL.

Le miscele cementizie dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh: 35 \* 45 secondi
- viscosità apparente : 10\*20cP
- rendimento volumetrico :  $\geq 95$  % (per miscele stabili)

### 11.8.4.2 *Miscele con cementi microfini*

#### 11.8.4.2.1 *Caratteristiche dei cementi e dosaggi*

Le miscele con cementi microfini saranno ottenute a seguito di processi di produzione tali da aumentare la finezza del cemento fino a valori dell'ordine di  $8500 + 12000 \text{ cm}^2/\text{g}$  (Biaine). I processi di macinazione e separazione dovranno quindi consentire di ottenere un fuso granulometrico delle particelle solide presenti nella sospensione caratterizzata dai seguenti valori:

$$D_{98} = 10 \div 20 \text{ mm}$$

$$D_{50} = 3 \div 5 \text{ mm}$$

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La granulometria sarà determinata con porosimetri a mercurio o apparecchiature di equivalente precisione. Il dosaggio, in relazione agli impieghi, potrà variare nell'intervallo:

$$0.5 < c/a < 0.6$$

E'ammesso l'impiego di eventuali additivi disperdenti e fluidificanti inorganici. Le miscele con cementi microfini dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

- viscosità Marsh : 27 + 30 secondi
- rendimento volumetrico :  $\geq 95$  %.

### 11.8.5 Modalità esecutive

Le iniezioni saranno effettuate impiegando tubi valvolati introdotti in appositi perfori all'interno del terreno da consolidare.

I perfori, eseguiti sul contorno della sezione di scavo della galleria, in avanzamento rispetto al fronte di scavo, potranno essere orizzontali, sub-orizzontali o comunque inclinati, di diametro 100-120 mm, ed eventualmente rivestiti. Preliminarmente verranno eseguite iniezioni di guaina tra le pareti del perforo ed il tubo e successivamente quelle di consolidamento, iniettando in pressione attraverso le valvole; tali iniezioni verranno eseguite in più fasi con miscele cementizie additivate eseguite a bassa pressione tra tubo e perforo e ripetute ad alta pressione, attraverso le valvole per il preconsolidamento. Il tubo impiegato sarà in vetroresina del tipo ad aderenza migliorata del diametro 60 mm e spessore 10 mm; le giunzioni dei tubi saranno eseguite con i necessari manicotti e collanti che dovranno garantire, anche in corrispondenza del giunto, la medesima resistenza a trazione e taglio dei tratti di tubo giuntati. Il tubo sarà corredato del tappo di fondo, del tubo di sfogo dell'aria e delle valvole per l'iniezione, costituite da manicotti in gomma di spessore 3,5 mm.

Il terreno consolidato dovrà presentare le caratteristiche meccaniche esposte nella tabella che segue, uniformemente distribuite nell'ambito dei volumi minimi considerati:

CARATTERISTICHE MECCANICHE DEL TERRENO CONSOLIDATO	INTERVALLO DELLA PROVA	
	Dopo 48h dalla iniezione	Dopo 7 h dalla iniezione
resistenza a compressione sempl	$\geq 1$ MPa	$\geq 1,5$ MPa
R.D.Q (indice di recupero modificato) espresso come percentuale di recupero del carotaggio tenendo conto degli spezzoni di carota di lunghezza $\geq 100$ mm	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'Appaltatore, a sua totale cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, provvedere alla messa a punto della tecnologia d'intervento procedendo preliminarmente, mediante prove e sondaggi, alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche, livello di falda e permeabilità del terreno da consolidare; in base ai risultati ottenuti definirà:

- la quantità e distribuzione dei tubi di iniezione;
- il passo delle valvole;
- la composizione delle miscele con specifico riferimento alla viscosità, che dovrà essere bassa per poter eseguire le iniezioni in tempi brevi, il rapporto acqua cemento ed l'impiego di additivi adeguati;
- la finezza del cemento;
- la pressione di iniezione, che di norma dovrà essere inferiore a quella di cedimento del sistema (claquage).

L'Appaltatore dovrà inoltre eseguire, sempre a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, la verifica degli effetti indotti nel terreno ed infine l'accertamento dell'uniformità e delle caratteristiche meccaniche del terreno consolidato mediante prove in sito ed in laboratorio su campioni prelevati con carotaggi.

#### **11.8.5.1 Esecuzione dei trattamenti**

Le attrezzature impiegate dovranno essere in grado di eseguire le lavorazioni richieste con la necessaria continuità per assicurare la uniformità dei trattamenti; i tubi di iniezione dovranno essere atti a resistere a pressioni non inferiori a 12 MPa; l'impianto di miscelazione dovrà essere munito di dispositivo di pesatura del cemento e di misura dell'acqua, dosatore di additivi e contacikli di miscelazione progressivo; la centrale di iniezione sarà attrezzata con pompe ad alta pressione munite di manometri posti a boccaforo, con certificato ufficiale di taratura.

Qualora si dovessero riscontrare variazioni sensibili nelle caratteristiche dei terreni attraversati rispetto a quelle assunte inizialmente per la messa a punto del sistema, l'Appaltatore, a sua cura spese, dovrà verificare puntualmente l'idoneità dei parametri adottati provvedendo eventualmente ad una loro ritaratura in corso d'opera.

L'Appaltatore in ogni caso dovrà procedere a continui sondaggi nei trattamenti effettuati per verificare la rispondenza alle prescrizioni progettuali relativamente a resistenze e spessori.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

A carico dell'Appaltatore si considerano tutte le operazioni preliminari di sondaggio, prove, progettazione e campo prove; la documentazione dei lavori; la ubicazione dei punti di trattamento; le operazioni di perforazione ed infissione dei tubi valvolati; l'esecuzione delle iniezioni di guaina e di quelle di consolidamento, compreso la fornitura di tutti i materiali ed in particolare:

- il cemento da impiegare nelle iniezioni di guaina e di consolidamento in terreni molto aperti, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità fino a  $10^{-2}$  m/s, sarà cemento del tipo normale;
- per le iniezioni di consolidamento in terreni con coefficiente di permeabilità minori di  $10^{-2}$  m/s, si useranno cementi microfini, acqua, additivi fluidificanti, ecc.

Sono, altresì, a carico dell'Appaltatore eventuali superfici di parete consolidata eccedenti le dimensioni teoriche di progetto.

#### **11.8.5.2 *Trattamento di impregnazione***

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione. 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.

Nei trattamenti di impregnazione 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).

La distanza minima tra due fori iniettati contemporaneamente dovrà essere determinata in relazione alle pressioni di iniezioni in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze o comunicazioni tra fori o colonne vicine, non ancora indurite. A tal fine l'Appaltatore, sulla base anche delle prove preliminari, dovrà studiare la corretta sequenza di esecuzione.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione, o viceversa, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di  $12 * 24$  ore.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Fino a quando le operazioni di iniezioni non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

**11.8.5.3 Trattamenti di intasamento**

Saranno eseguiti in conformità con le modalità e le indicazioni date nel progetto di intervento. Ove previsto le iniezioni potranno essere realizzate anche in fase unica, in risalita o in avanzamento, attraverso le aste di perforazione.

**11.8.5.4 Trattamenti di ricompressione**

Verificato l'esatto posizionamento delle valvole, si darà luogo alle iniezioni utilizzando portate e pressioni atte a produrre la fratturazione idraulica del terreno, registrando opportunamente la pressione di picco e la successiva pressione di alimentazione della frattura.

L'iniezione sarà arrestata al raggiungimento dei previsti volumi di miscela cementizia.

**11.9 DIAFRAMMI, PALANCOLE****11.9.1 Generalità****11.9.1.1 Classificazione**

Si farà riferimento alla seguenti tipologie di opere:

- Diaframmi in c.a. scavati e gettati in opera;
- Palancolati;
- Pali trivellati

**11.9.1.1.1 Diaframmi**

Per diaframma si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

### **11.9.1.2 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.

### **11.9.1.3 Normativa di riferimento**

Decreto Ministeriale del 14/01/2008 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- Decreto Ministeriale 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso.
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".

– DIN 4150

### **11.9.2 Diaframmi in cemento armato**

La tecnica di perforazione sarà di norma basata sull'impiego di fanghi bentonitici.

Nel caso di terreni argillosi da mediamente consistenti a molto consistenti, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, con valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ), che alla generica generica profondità  $h$  soddisfino alle condizioni:

$$C_u \geq \gamma h / 3$$

Dove:

$\gamma$  = peso di unità di volume totale;

la perforazione potrà essere eseguita a secco, sempre che non vi sia alcun ingresso di acqua nel foro.

Durante la perforazione occorrerà tener conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il diaframma.

#### **Dovranno quindi essere minimizzati:**

- il rammollimento degli strati coesivi;
- la diminuzione di densità relativa degli strati incoerenti;
- la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci proprie dello stato naturale;
- la riduzione dell'aderenza diaframma-terreno da un impiego improprio.

#### **11.9.2.1 Palancolati**

L'Impresa dovrà comunicare alla DL le modalità esecutive che intende adottare per le infissioni.

Dovrà inoltre assicurare il rispetto delle Norme DIN 4150, in merito ai limiti delle vibrazioni, comunicando alla DL i provvedimenti che intende adottare nel caso dei superamenti dei limiti stessi.

La DL, a sua discrezione, può richiedere che l'Impresa provveda ad eseguire misure di controllo delle vibrazioni indotte, con oneri e spese relative a carico dell'Impresa stessa.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.9.2.2 Tolleranze geometriche****11.9.2.2.1 Diaframmi in c.a.**

La posizione planimetrica dei diaframmi dovrà mantenersi nelle tolleranze indicate nel progetto.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%; nel caso di diaframmi a tenuta idraulica dovrà essere garantita una tolleranza di un valore massimo pari a  $S/3 L$  ( $S$  = Spessore;  $L$  = profondità del diaframma).

Le tolleranze  $\Delta S$  sullo spessore, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito, sono le seguenti:

per ciascun elemento, in base al suo assorbimento globale:

- $0,01 S < \Delta S \leq 0,1 S$
- per ciascuna sezione degli elementi sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose (dose = autobetoniera):
- $0,01 S < \Delta S \leq 0,01 S$

La profondità "L", dovrà risultare conforme al progetto  $\pm 20$  cm.

L'ordine di realizzazione dei singoli pannelli potrà essere fissato o variato a giudizio della Direzione Lavori, senza che perciò l'impresa abbia diritto ad alcun speciale compenso.

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spesa tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per garantire piena funzionalità al diaframma in caso di esecuzione non conforme alle tolleranze stabilite.

**11.9.2.2.2 Palancolati**

Per quanto riguarda i palancolati si prescrive il rispetto delle seguenti tolleranze:

- posizione planimetrica dell'asse mediano del palancolato :  $\pm 3$  cm
- verticalità :  $\pm 2$  %
- quota testa :  $\pm 5$  cm
- profondità :  $\pm 25$  cm

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Qualora l'infissione risultasse ostacolata, l'Impresa, 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.

### **11.9.3 Preparazione dei piani di lavoro**

#### **11.9.3.1 Diaframmi**

L'Impresa avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che se incontrati nella perforazione possono recare danno alle maestranze in cantiere o a terzi.

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.

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 10 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).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I cordoli saranno adeguatamente marcati con chiodi e strisce di vernice in corrispondenza degli estremi di ciascun pannello di diaframma da scavare.

**11.9.3.2 Palancolati**

I piani di lavoro dovranno essere adeguati in relazione alle dimensioni delle attrezzature da utilizzare, la loro quota dovrà consentire di rispettare ovunque le quote di progetto relative alla testa del palancolato.

**11.9.3.3 Materiali****11.9.3.3.1 Diaframmi**

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1m-2m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Il fango bentonitico dovrà essere preparato, trattato e controllato seguendo le modalità descritte nel punto 11.10.6.3 della sezione “pali” del presente Capitolato.

Nel caso che la perforazione sarà eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare “effetti pistone” allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di diaframma sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimarla nell'imminenza del getto.

#### **11.9.3.3.2 *Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose***

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidi, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immorsatura del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

#### **11.9.3.3.3 *Armature metalliche***

Le armature metalliche dovranno essere realizzate in conformità alle indicazioni di progetto e rispondere alle prescrizioni richieste dal presente Capitolato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le armature trasversali saranno costituite da riquadri o staffe a più braccia, con ampio spazio libero centrale per il passaggio del tubo di getto; esse saranno di norma esterne alle armature verticali.

Le armature metalliche verticali potranno essere costituite da barre tonde oppure da barre ad aderenza migliorata; verranno pre-assemblate fuori opera in «gabbie»; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro oppure mediante punti di saldatura elettrica.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo rispetto alla parete di scavo di 5 cm.

Si richiede l'adozione di rotelle cilindriche in conglomerato cementizio (diametro 12-15 cm, larghezza > 6 cm) con perno in tondino metallico fissato a due ferri verticali contigui.

Per i distanziatori in plastica al fine di garantire la solidarietà con il calcestruzzo, è necessario verificare che la loro superficie sia forata per almeno il 25%.

I centratori saranno posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul periodo e con spaziatura verticale di 3,0-4,0 m.

Non si ammette la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo il perimetro che ne unisce i centri, non dovrà in nessun caso essere inferiori a 7,5 cm con aggregati inferiori ai 2 cm e a 10 cm con aggregati di classe superiore, e comunque con Dmax non superiore ai 40 mm.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine, messe in opera prima dell'inizio del getto mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera sul fondo del cavo.

#### **11.9.3.3.4 Calcestruzzo**

Il conglomerato cementizio sarà confezionato da apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

La dimensione massima degli aggregati dovrà essere inferiore al valore minimo di interspazio tra le armature e comunque non superiore a 40 mm.

Il conglomerato cementizio dovrà avere la resistenza caratteristica cubica di progetto e comunque non dovrà risultare di classe inferiore a 30 MPa.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,50 nella condizione di aggregato saturo a superficie asciutta.

La lavorabilità dovrà essere tale da dare uno «slump» al cono di Abrams compreso fra 16 e 18 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti potrà essere aggiunto all'impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E' ammesso altresì l'uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l'impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all'esame ed all'approvazione preventiva della Direzione Lavori.

**I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazioni dei componenti.**

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun elemento di diaframma senza soluzione di continuità e nel più breve tempo possibile; in ogni caso ciascun getto dovrà venire alimentato con una cadenza effettiva, inclusi tutti i tempi morti, non inferiore a 20 m<sup>3</sup>/h.

La centrale di confezionamento dovrà quindi consentire la erogazione nell'unità di tempo di volumi di conglomerato cementizio almeno doppi di quello sopra indicato.

**11.9.3.3.5 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.

## **11.9.4 Modalità esecutive**

### **11.9.4.1 Diaframmi**

#### **11.9.4.1.1 Posa in opera del conglomerato cementizio**

Il conglomerato cementizio sarà posto in opera impiegando un tubo di convogliamento costituito da elementi non più lunghi di 2,50 m di un tubo in acciaio avente diametro interno di 20-25 cm.

L'interno dei tubi sarà pulito, privo di irregolarità e strozzature.

Il tubo sarà provvisto, all'estremità superiore, di una tramoggia di carico avente una capacità di 0,4-0,6 mc, mantenuto sospeso da un mezzo di sollevamento. Prima di installare il tubo di convogliamento sarà eseguita una ulteriore misura del fondo cavo.

Per diaframmi eseguiti in presenza di fango bentonitico, il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando il suo piede a 30-60 cm dal fondo della perforazione.

Prima di iniziare il getto si disporrà entro il tubo in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, un tappo formato da una palla di malta plastica oppure da uno strato di 30 cm di spessore di vermiculite granulare o di palline di polistirolo galleggianti sul liquido, oppure ancora da un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà disporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo getto di almeno 3-4 m di diaframma.

Il tubo di convogliamento sarà accorciato per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima nel conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0m.

Per diaframmi perforati a secco non occorre alcun tappo alla sommità del tubo-getto.

Nei casi in cui sia richiesta la impermeabilità del diaframma o la collaborazione statica tra gli elementi che lo compongono, i giunti tra gli elementi dovranno essere opportunamente conformati.

A tale scopo prima del getto degli elementi primari, si poseranno ai due estremi del pannello da gettare e per tutta la profondità due casseforme metalliche a sezione circolare (o di diversa sezione opportunamente sagomata ed approvata dalla Direzione Lavori).

A presa iniziata, si provvederà ad estrarre per 2 -3 cm le casseforme mediante un'opportuna attrezzatura oleodinamica, ripetendo l'operazione in tempi successivi qualora le dimensioni

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dell'elemento comportino durate del getto notevoli e quindi tempi di presa scaglionati per le diverse fasce di profondità di ciascun elemento.

A presa ultimata per tutto il pannello si provvederà all'estrazione completa delle casseforme.

La superficie esterna delle casseforme dovrà essere continua, liscia, priva di incrostazioni ed all'occorrenza spalmata di un prodotto disarmante, in modo da permettere l'esecuzione agevole delle operazioni sopra indicate, senza danni per il getto.

Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la scapitozzatura delle teste dei diaframmi sia eseguita sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del diaframma non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del diaframma sino alla quota di sottoplinto o alla quota testa diaframma di progetto.

Nel caso che, durante la eventuale scopertura del paramento in vista del diaframma, si riscontrassero difetti di esecuzione (quali soluzioni di continuità nel conglomerato, non perfetta tenuta dei giunti di collegamento, ecc.), sarà onere dell'Impresa adottare a sua cura e spese i provvedimenti che saranno necessari a giudizio insindacabile della Direzione Lavori.

#### **11.9.4.1.2 Palancolati**

La realizzazione dei palancolati provvisori e definitivi richiede che vengano adottati tutti i provvedimenti necessari perché 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 allo scopo di assicurare il raggiungimento della profondità d'infissione richiesta nel contesto stratigrafico locale e la possibilità di estrazione degli elementi non definitivi.

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.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si potranno impiegare battipali a vapore o diesel, in ogni caso in grado di fornire l'energia sufficiente all'infissione entro i terreni presenti nel sito, adeguatamente alle condizioni della stratigrafia locale.

La massa battente del battipalo agirà su un cuffia o testa di battuta in grado di proteggere efficacemente la palancola da indesiderate deformazioni o danni.

Per ogni attrezzatura l'Impresa 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 in relazione alle prestazioni da ottenere, eventualmente anche a seguito di prove tecnologiche preliminari.

Le palancole saranno di tipo metallico, con caratteristiche geometriche conformi alle prescrizioni di progetto.

Le palancole saranno preferibilmente infisse con l'ausilio di uno scavo guida d'invito, di dimensioni adeguate.

L'Impresa dovrà comunicare alla Direzione Lavori il programma cronologico di infissione per tutte le palancole, prima dell'inizio dell'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 potrà, informandone la Direzione Lavori, ricorrere a delle iniezioni di acqua in pressione per facilitare il superamento di livelli granulari addensati, procurando la discesa

---

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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 dell'infissione e comunque nel caso di mancato raggiungimento della prevista quota finale, sia nel caso di infissione per battitura che per vibrazione, l'Impresa dovrà immediatamente informare la Direzione Lavori.

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.

### **11.9.5 Specifica di controllo**

La seguente specifica si applica ai diaframmi e palancolati, precedentemente esaminate.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc.

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

#### **11.9.5.1 Diaframmi**

##### **11.9.5.1.1 Materiali**

Per le opere realizzate in conglomerato cementizio, si utilizzeranno le specifiche di controllo riportate in corrispondenza dei punti 11.10.6.1 e 11.10.6.2 della sezione "pali" del presente Capitolato.

In particolare per le armature, si dovrà verificare la loro congruità con i disegni di progetto, e che siano dotati di dei corrispondenti certificati forniti dal produttore, su ogni lotto di fornitura, corrispondenti alle specifiche del presente Capitolato.

In caso di assenza di tali certificazioni, il materiale non potrà essere posto in opera.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.9.5.1.2 Controlli in fase esecutiva**

Durante l'esecuzione di ogni elemento di diaframma, si dovrà registrare su apposita scheda, compilata dall'Impresa in contraddittorio con la DL, per riportare il riscontro delle tolleranze ammissibili e per riportare i seguenti dati:

- identificazione del diaframma;
- successione stratigrafica dei terreni attraversati;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- valore degli "slump" del calcestruzzo, effettuato per ogni betoniera o 10 m<sup>3</sup> di conglomerato cementizio impiegato;
- profondità prima del getto;
- il numero di campioni prelevati secondo le modalità e prescrizioni previste;
- i controlli su ogni lotto di fango bentonitico impiegato;
- caratteristiche geometriche costruttive degli eventuali giunti;
- le caratteristiche degli additivi utilizzati;
- la quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di diaframma, con una tecnica analoga a quella descritta nella sezione "pali" del presente Capitolato.

**11.9.5.2 Prove di controllo sugli elementi di diaframma****11.9.5.2.1 Prove di carico per i soli elementi di diaframma con funzione portante verticale**

Il numero di elementi da sottoporre alla prova di carico deve essere stabilito in base all'importanza dell'opera ed al grado di omogeneità del sottosuolo, tale numero deve essere pari ad almeno il 2% del totale del numero degli elementi, con un minimo di due.

La scelta degli elementi di prova è di competenza della Direzione Lavori che tra l'altro dovrà tener presente la necessità di interessare le diverse situazioni del sottosuolo, evitandone la concentrazione.

Il carico di prova sarà in genere pari a 1,5 volte il carico di esercizio.

Al momento della prova il conglomerato cementizio del diaframma dovrà avere almeno ventotto giorni di stagionatura.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le modalità di applicazione e la durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e di scarico, saranno prescritti dalla Direzione Lavori anche in funzione della natura dei terreni di fondazione.

Il carico sarà applicato mediante un martinetto che trova contrasto su un'adeguata zavorra o elementi di diaframma di reazione, il cui manometro (o cella di carico) dovrà essere corredato da un certificato di taratura di data non anteriore a trenta giorni.

Le misure dei cedimenti dovranno essere rilevate mediante 4 micrometri centesimali, interposti tra la testa dell'elemento di diaframma e una struttura porta micrometri solidale al terreno in punti sufficientemente distanti dall'elemento di prova e dal sistema di contrasto, così da evitare l'influenza delle operazioni di carico e scarico.

I supporti di tale struttura devono distare non meno di 3,0 m dall'elemento di diaframma di prova e non meno di 3 volte lo spessore dell'elemento di prova, e non meno di 2,0 m dalla impronta della zavorra o da elementi di diaframma di reazione.

La struttura portamicrometri dovrà essere protetta da vibrazioni e urti accidentali e schermata dai raggi solari per minimizzare le deformazioni di natura termica.

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

Al verbale verranno allegati i certificati di taratura del manometro (o cella di carico).

In taluni casi si dovranno effettuare delle prove di carico limite per accertare i carichi che producono il collasso del complesso pannello - terreno.

Questo tipo di prove dovrà essere effettuato su pannelli opportunamente predisposti, all'esterno del diaframma, ed in una situazione geotecnica analoga.

Il carico massimo da applicare nel corso della prova deve raggiungere il valore di 2,5 – 3 volte il valore del carico di esercizio scelto dal progettista.

Il numero minimo di prove sarà pari a 1 per ogni tipo di diaframma e per una situazione geotecnica equivalente.

#### **11.9.5.2.2 Prove di carico laterale**

Tali tipologie di prove saranno effettuate su quei pannelli indicati dal progettista e/o preventivamente concordati con la DL.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Essa sarà unicamente del tipo non distruttivo, e verranno eseguite con l'ausilio di pannelli di contrasto posti almeno a 3 m di distanza dal pannello di prova.

Per le prove di carico laterale valgono le indicazioni per le prove di carico assiale.

*Controlli non distruttivi*

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di diaframma non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto dell'elemento di diaframma.

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

**11.9.5.2.3 Prove geofisiche**

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti, attraverso la posa in opera di almeno due tubi di diametro interno non inferiore a 1" ½.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione all'importanza dell'opera, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei diaframmi.

Gli elementi di diaframma da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

L'Impresa dovrà provvedere, a sua cura e sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli su almeno il 5% del numero totale degli elementi di diaframma con un numero minimo di due.

Prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la profondità dell'elemento, entro cui possano scorrere le sonde di emissione e ricezione, dovranno essere predisposte per il 15% dello sviluppo totale dei diaframmi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le prove dovranno essere eseguite non prima di 28 giorni dal termine delle operazioni di getto.

Le misure dovranno essere eseguite ogni 10 cm di avanzamento della sonda nelle tubazioni predisposte.

L'esito della prova sarà registrato con apparecchiatura digitale.

Nel caso si identifichino anomalie, le misure saranno ripetute con le sonde a quote diverse tra loro, al fine di stabilire se l'anomalia riscontrata è dovuta ad un piano di discontinuità oppure è provocata da cavità o inclusioni nel getto di calcestruzzo.

I risultati di tali prove saranno riportati su apposita scheda in cui verrà indicato:

- i dati di identificazione del pannello, rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione della prova;
- le registrazioni effettuate ad ogni avanzamento della sonda e la tipologia della sonda;
- caratteristiche della centralina di registrazione.

#### **11.9.5.2.4 Carotaggio continuo meccanico**

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo, allo stato indisturbato, del conglomerato e se richiesto del sedime di imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisiche, meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa dal fondo foro.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto le presenti norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

**11.9.5.2.5 Scavi attorno al fusto del diaframma**

Verranno richiesti dalla Direzione Lavori, ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4,0 - 5,0 metri di diaframma.

Il fusto del diaframma dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura dell'Impresa e sotto il controllo della Direzione Lavori, in corrispondenza di quegli elementi del diaframma ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle presenti Norme tecniche di appalto e alle disposizioni della Direzione Lavori.

**11.9.5.2.6 Prove su pannelli strumentati**

Per tali tipi di pannelli oltre alle prove di carico assiale e laterale, per cui valgono i controlli descritti ai precedenti punti.

Si dovrà procedere ai seguenti controlli:

Subito dopo il getto del pannello strumentato si dovrà procedere alla verifica della funzionalità della strumentazione installata, al fine di accertarsi che non abbia subito alcun danno.

Oltre al controllo di funzionalità precedente, si dovranno eseguire degli ulteriori controlli, ma con registrazione dei dati.

Tali controlli verranno effettuati con le seguenti cadenze a partire dalla data del getto:

1° controllo: a 7 giorni; 2° controllo: a 14 giorni;

3° controllo: a 28 giorni;

4° controllo: immediatamente prima della prova di carico;

I dati dovranno essere registrati su apposito modulo, riportante oltre all'identificazione del pannello anche la data (giornaliera e progressiva) dei controlli, saranno allegati, insieme

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

alla documentazione della prova di carico. in particolare il controllo n. 4 costituirà la misura origine per le letture successive.

Per quanto riguarda la prova di carico laterale, questa avverrà con l'ausilio del tubo inclinometrico e con gli estensimetri elettrici già predisposti se ciò era già stato concordato con la Direzione Lavori:

#### **11.9.5.2.7 Controllo delle deformazioni**

Questo tipo di controllo si eseguirà con l'ausilio di tubi inclinometrici annegati nel getto di calcestruzzo.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro  $\phi$  81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo guida.

La frequenza delle misure sarà stabilita volta per volta in accordo con la D.L., in relazione ai programmi di scavo del pannello ed alla messa in trazione degli eventuali tiranti di ancoraggio. L'esito delle prove sarà registrato in una apposita scheda in cui sarà indicato, per ogni pannello:

- i dati identificativi del pannello rispetto alla planimetria;
- la data di esecuzione delle varie operazioni di prova;
- il tipo di sonda inclinometrica impiegata;
- i dati sulla torsione iniziale dei tubi guida;
- le registrazioni dei dati inclinometrici rilevati

#### **11.9.6 Palancole**

##### **11.9.6.1 Materiali**

Si dovrà verificare che gli acciai impiegati siano conformi alle prescrizioni del presente Capitolato e siano dotati dei relativi certificati per ogni lotto di fornitura.

In assenza di questi non sarà possibile mettere in opera l'elemento.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.9.6.2 Controlli in fase esecutiva**

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 dovrà controllare la posizione plano-altimetrica e l'effettivo incastro laterale reciproco degli elementi.

Per ciascun elemento infisso mediante battitura o vibrazione, l'Impresa oltre al controllo delle tolleranze, dovrà redigere una scheda indicante:

- n. progressivo della palancola, riportato sulla planimetria di progetto
- 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, di mancato raggiungimento della quota di progetto e qualsiasi altra anomalia, l'Impresa a comunicare ciò alla Direzione Lavori, concordando l'eventuale riesame della progettazione o gli opportuni provvedimenti.

Per la fase di estrazione si compilerà una analoga scheda, a quella descritta precedentemente, dove si verificherà l'integrità della stessa.

**11.10 PALI TRIVELLATI****11.10.1 Classificazione**

- Pali trivellati ad elica continui

**11.10.1.1 Pali trivellati**

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali realizzati per asportazione del terreno e sua sostituzione con calcestruzzo armato. Durante la perforazione la stabilità dello scavo può essere ottenuta con l'ausilio di fanghi bentonitici o altri fluidi stabilizzanti, ovvero tramite l'infissione di un rivestimento metallico provvisorio.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.10.2 Normative di riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative

- Decreto Ministeriale 14/01/2008 approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 09/01/1996;
- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 e Circolare LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

**11.10.3 Preparazione del piano di lavoro**

L'Impresa dovrà aver cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei che, se incontrati durante l'esecuzione dei pali, possono recare danno alle maestranze di cantiere o a terzi.

Per la realizzazione dei pali in alveo, in presenza di un battente di acqua fluente, l'Impresa predisporrà la fondazione di un piano di lavoro a quota sufficientemente elevata rispetto a quella dell'acqua per renderlo transitabile ai mezzi semoventi portanti le attrezzature di infissione o di perforazione e relativi accessori e di tutte le altre attrezzature di cantiere.

**11.10.4 Pali di medio e grande diametro****11.10.4.1 Soggezioni geotecniche e ambientali****11.10.4.1.1 Pali trivellati**

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più adatte in relazione alla natura del terreno attraversato; in particolare:

- la perforazione "a secco" senza rivestimento è ammessa solo in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza, esenti da intercalazioni incoerenti e non interessati da falde che possono causare ingresso di acqua nel foro, caratterizzati da valori della resistenza al taglio non drenata ( $C_u$ ) che alla generica profondità di scavo  $H$  soddisfi la seguente condizione:

$$c_u \geq \square H/3$$

dove:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

= peso di volume totale;

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro;

- la perforazione a fango non è di norma ammessa in terreni molto aperti, privi di frazioni medio-fini ( $D_{10} > 4$  mm). Durante le operazioni di perforazione si dovrà tenere conto della esigenza di non peggiorare le caratteristiche meccaniche del terreno circostante il palo, si dovrà quindi minimizzare e/o evitare:
  - rammollimento di strati coesivi, minimizzando e/o annullando l'intervallo di tempo tra la perforazione e il getto del palo;
  - la diminuzione di densità relativa ( $D_r$ ) degli strati incoerenti;
  - la diminuzione delle tensioni orizzontali efficaci, proprie dello stato naturale;
  - la riduzione dell'aderenza palo-terreno, a causa dell'uso improprio dei fanghi.

Nel caso di attraversamento di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di scavo, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una sufficiente ammorsatura del palo nei substrati rocciosi di base, si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, del peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Sulle attrezzature di manovra degli utensili di scavo, saranno disposte delle marcature regolari (1-2 m) che consentiranno il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide, dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

#### **11.10.4.1.2 Pali trivellati ad elica continua**

La tecnica di perforazione è adatta a terreni di consistenza bassa e media, con o senza acqua di falda.

Nel caso vengono ad interessare terreni compressibili, nelle fasi di getto, dovranno essere adottati i necessari accorgimenti atti a ridurre o evitare sbulbature.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



### **11.10.5 Prove tecnologiche preliminari**

La scelta delle attrezzature di scavo o di battitura e gli associati dettagli esecutivi e di posa in opera del palo, dovranno essere comunicati preliminarmente all'esecuzione dei pali dall'Impresa alla DL.

Nell'eventualità di particolare complessità della situazione geotecnica e/o stratigrafica, o in relazione dell'importanza dell'opera, l'idoneità delle attrezzature sarà verificata mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari.

Tali verifiche dovranno essere condotte in aree limitrofe a quelle interessanti la palificata in progetto e comunque tali da essere rappresentative dal punto di vista geotecnico ed idrogeologico.

I pali di prova, eventualmente strumentati (per la determinazione del carico limite), a cura dell'Impresa, saranno eseguiti in numero del'1% del numero totale dei pali con un minimo di 2 pali per opera, e comunque secondo le prescrizioni della DL; le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali di prova dovranno essere realizzati in corrispondenza dell'opera, e predisposti al di fuori della palificata ad una distanza dalla stessa non inferiore ai 10 m presa ortogonalmente dal bordo più vicino del plinto di raccordo, in maniera tale da ricadere nella medesima situazione geotecnica e/o stratigrafica della palificata in progetto.

Tali pali dovranno essere eseguiti o posti in opera alla presenza della DL, cui spetta l'approvazione delle modalità esecutive da adottarsi per i pali in progetto.

In ogni caso l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, all'esecuzione di tutte quelle prove di controllo non distruttive, ed a ogni altra prova di controllo, che saranno richieste dalla DL, tali da eliminare gli eventuali dubbi sulla accettabilità delle modalità esecutive.

Nel caso in cui l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva, sperimentata ed approvata inizialmente, si dovrà dar corso sempre a sua cura, alle prove tecnologiche precedentemente descritte.

Di tutte le prove e controlli eseguiti, l'Impresa si farà carico di presentare documentazione scritta.

### **11.10.6 Materiali**

Le prescrizioni che seguono sono da intendersi integrative di quelle riguardanti le Opere in Conglomerato Cementizio, e che si intendono integralmente applicabili.

#### **11.10.6.1 Armature metalliche**

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei pali saranno costituite unicamente da spirali in tondino esterne ai ferri longitudinali.

Le armature saranno preassemblate fuori opera in gabbie; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro o con punti di saldatura elettrica.

I pali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

L'armatura di lunghezza pari a quella del palo dovrà essere posta in opera prima del getto e mantenuta in posto senza poggiarla sul fondo del foro.

Non si ammette di norma la distribuzione delle barre verticali su doppio strato; l'intervallo netto minimo tra barra e barra, misurato lungo la circonferenza che ne unisce i centri, non dovrà in alcun caso essere inferiore a 7.5 cm con aggregati di diametro minimo non superiore ai 2 cm, e 10 cm con aggregati di diametro superiore.

Le gabbie di armatura saranno dotate di opportuni distanziatori non metallici atti a garantire la centratura dell'armatura ed un copriferro netto minimo di 5.

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 posti a gruppi di 3-4 regolarmente distribuiti sul perimetro e con spaziatura verticale di 3-4 m.

Le gabbie di armatura dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine e dovranno essere messe in opera prima del getto e mantenute in posto sostenendole dall'alto, evitando in ogni caso di appoggiarle sul conglomerato cementizio già in opera o sul fondo del foro, ove fosse necessario, è ammessa la giunzione, che potrà essere realizzata mediante sovrapposizione non inferiore a 40 diametri.

La posa della gabbia all'interno del tubo forma, per i pali battuti, potrà aver luogo solo dopo aver accertato l'assenza di acqua e/o terreno all'interno dello stesso.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Qualora all'interno del tubo forma si dovesse riscontrare la presenza di terreno soffice o di infiltrazione di acqua, la costruzione del palo dovrà essere interrotta, previo riempimento con conglomerato cementizio magro.

Tale palo sarà successivamente sostituito, a cura e spese dell'Impresa, da uno o due pali supplementari, sentito il progettista.

L'Impresa esecutrice dovrà inoltre adottare gli opportuni provvedimenti atti a ridurre la deformazione della gabbia durante l'esecuzione del fusto.

A getto terminato, si dovrà comunque registrare la variazione della quota della testa dei ferri d'armatura.

Al fine di irrigidire le gabbie di armatura potranno essere realizzati opportuni telai cui fissare le barre d'armatura.

Detti telai potranno essere realizzati utilizzando barre lisce verticali legate ad anelli irrigidenti orizzontali, orientativamente, a seconda delle dimensioni e della lunghezza del palo, potrà prevedersi un cerchiante ogni 2.5 – 3 m.

Per i pali trivellati, al fine di eseguire le prove geofisiche che sono descritte nel punto ....., l'Impresa dovrà fornire e porre in opera, a sua cura e spese, nel 5% del numero totale dei pali trivellati con un diametro  $d \geq 700$  mm, con un minimo di 2 pali, due o tre tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, solidarizzati alla gabbia di armatura.

#### **11.10.6.2 Conglomerato cementizio**

Sarà conforme a ciò che è prescritto nei disegni di progetto e nelle sezioni "calcestruzzi" del presente Capitolato.

Il conglomerato sarà confezionato in apposita centrale di preparazione atta al dosaggio a peso dei componenti.

Le classi di aggregato da impiegare dovranno essere tali da soddisfare il criterio della massima densità (curva di Fuller) per la loro granulometria.

La dimensione massima degli inerti deve essere tale che  $D_{max}/2.5 \geq i_{min}$  dove  $i_{min}$  è il valore minimo del passo fra le barre longitudinali, e comunque non superiore ai 40 mm.

Il cemento da impiegato dovrà soddisfare i requisiti richiesti dalla vigente Legislazione, e dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, in particolare, l'aggressività da parte dell'ambiente esterno.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il conglomerato cementizio dovrà avere una resistenza caratteristica cubica ( $R_{bk}$ ) così come indicato in progetto, e comunque non inferiore a  $R_{bk} \geq 30$ .

Il rapporto acqua/cemento non dovrà superare il limite di 0.5, nella condizione di aggregato saturo e superficie asciutta.

La lavorabilità in fase di getto, il calcestruzzo dovrà essere tale da dare uno “slump” al cono di Abrams (UNI 12350-2) compreso fra 16 e 20 cm.

Per soddisfare entrambi questi requisiti, potrà essere aggiunto all’impasto un idoneo additivo fluidificante non aerante.

E’ ammesso altresì l’uso di ritardanti di presa o di fluidificanti con effetto ritardante.

I prodotti commerciali che l’Impresa si propone di usare dovranno essere sottoposti all’esame ed all’approvazione preventiva della DL.

I mezzi di trasporto dovranno essere tali da evitare segregazione dei componenti.

Il calcestruzzo dovrà essere confezionato e trasportato con un ritmo tale da consentire di completare il getto di ciascun palo senza soluzione di continuità, secondo le cadenze prescritte e rendendo minimo l’intervallo di tempo fra preparazione e getto, e comunque non inferiore a  $15 \text{ m}^3/\text{ora}$  per pali di diametro  $d < 800 \text{ mm}$  e di  $20 \text{ m}^3/\text{ora}$  per pali di diametro  $d \geq 800 \text{ mm}$ .

L’Impresa dovrà garantire la disponibilità del calcestruzzo necessario per soddisfare la produzione giornaliera di pali in accordo al programma di costruzione.

### **11.10.6.3 Fanghi bentonitici**

I fanghi bentonitici da impiegare nella esecuzione di prefori per l’esecuzione di pali trivellati, saranno ottenuti miscelando fino ad avere una soluzione finemente dispersa, i seguenti componenti:

- acqua (chiara di cantiere);
- bentonite in polvere;
- eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, etc.)

#### 11.10.6.4 *Bentonite in polvere*

La bentonite che verrà impiegata per la realizzazione di fanghi dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

residui al setaccio 38 della serie UNI n° 2331-2332	< 1%
Tenore di umidità	< 15%
Limite di liquidità	> 400
Viscosità 1500-1000 Marsh della sospensione al 6% di acqua distillata	> 40 s
Decantazione della sospensione al 6% in 24 ore	< 2%
Acqua "libera" separata per pressofiltrazione di 450 cm <sup>3</sup> della sospensione al 6% in 30 min alla pressione di 0.7 MPa	< 18 cm <sup>3</sup>
PH dell'acqua filtrata	7 < pH < 9
Spessore del pannello di fango "cake" sul filtro della filtro-pressa	2,5 mm

La bentonite, certificata dal fornitore, è assoggettata alla sua affinità con le caratteristiche chimico-fisiche del terreno di scavo e dell'acqua di falda.

#### 11.10.6.5 *Preparazione fanghi bentonitici*

Il dosaggio di bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare di norma compreso fra il 4,5 ed il 9%, salva la facoltà della DL di ordinare dosaggi diversi in sede esecutiva, in relazione ad eventuali problematiche di confezionamento o di appesantimento durante la perforazione.

Gli additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda in modo da evitare che essa provochi la flocculazione del fango.

La miscelazione sarà eseguita in impianti automatici con pompe laminatrici o mescolatori ad alta turbolenza accoppiati a cicloni ed operanti a circuito chiuso e con dosatura a peso dei componenti.

In ogni caso dovranno essere installate apposite vasche di adeguata capacità (>20m<sup>3</sup>) per la "maturazione" del fango, nelle quali esso dovrà rimanere per almeno 24 ore dopo la preparazione, prima di essere impiegato.

Le caratteristiche del fango pronto per l'impiego dovranno essere comprese entro i limiti seguenti:

- peso specifico : non superiore a 1.08 t/m<sup>3</sup>

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- viscosità Marsh : compresa fra 38" e 55"

L'Impresa dovrà predisporre e mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione del fango che consentono di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione.

Tali apparecchiature devono essere tali da mantenere le caratteristiche del fango presente nel foro entro i seguenti limiti:

- peso di volume nel corso dello scavo  $\leq 12.5 \text{ kN/m}^3$ ;
- contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango, prima dell'inizio delle operazioni di getto:  $< 6\%$

La determinazione dei valori sopraindicati saranno condotte su campioni di fango prelevati a mezzo di campionatore per fluidi in prossimità del fondo dello scavo.

Per riportare il fango entro i limiti indicati esso deve essere fatto circolare per il tempo necessario, attraverso separatori a ciclone (o di pari efficacia), con una condotta dal fondo dello scavo, prima di reimmetterlo all'interno del cavo.

In alternativa, il fango nel cavo dovrà essere sostituito in tutto o in parte con fango fresco.

Il fango estratto sarà in tal caso depurato in un secondo tempo, oppure convogliato a rifiuto presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti Norme di Legge.

#### **11.10.6.6 Fanghi biodegradabili**

Per fango biodegradabile si intende un fluido di perforazione ad alta viscosità che muta spontaneamente le proprie caratteristiche nel tempo, riassumendo dopo pochi giorni le caratteristiche di viscosità proprie dell'acqua.

##### **11.10.6.6.1 Caratteristiche e preparazione dei fanghi biodegradabili**

Per la produzione dei fanghi biodegradabili si utilizzeranno di norma prodotti a base di amidi.

La formulazione del fango deve essere preventivamente studiata con prove di laboratorio e comunicata preventivamente alla Direzione Lavori.

Nelle prove occorrerà tenere conto della effettiva temperatura di utilizzo del fango (temperatura dell'acqua disponibile in cantiere, e temperatura dell'acqua di falda).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il decadimento spontaneo della viscosità deve avvenire di norma dopo un tempo sufficiente al completamento degli scavi.

In linea generale la perdita di viscosità deve iniziare dopo 20 ÷ 40 ore dalla preparazione.

Se necessario, i fanghi potranno essere additivati utilizzando correttivi idrolizzanti.

### **11.10.7 Tipologie esecutive**

#### **11.10.7.1 Pali trivellati**

Si tratta di pali ottenuti mediante l'asportazione di terreno e sua sostituzione con conglomerato cementizio armato, con l'impiego di perforazione a rotazione o rotopercolazione, eseguiti in materiali di qualsiasi natura e consistenza (inclusi muratura, calcestruzzi, trovanti, strati cementati e roccia dura), anche in presenza di acqua e/o in alveo con acqua fluente.

Nel caso si vengano a riscontrare nel terreno trovanti lapidei o strati rocciosi, nonché per l'ammorsamento in strati di roccia dura, si potrà ricorrere all'impiego di scalpelli frangiroccia a percussione, con opportune strumentazioni per la guida dell'utensile.

L'impiego dello scalpello comporterà l'adozione di un rivestimento provvisorio spinto sino al tetto della formazione lapidea, questo per evitare urti e rimbalzi laterali dello scalpello contro le pareti del foro.

Possono essere usati sempre per tale scopo altri utensili adatti (eliche per roccia, etc.).

##### **11.10.7.1.1 Tolleranze geometriche**

La posizione planimetrica dei pali non dovrà discostarsi da quella di progetto più del 5% del diametro nominale del palo salvo diversa indicazione della Direzione Lavori.

La verticalità dovrà essere assicurata con tolleranza del 2%.

Le tolleranze sul diametro nominale D, verificate in base ai volumi di conglomerato cementizio assorbito rilevate con la frequenza riportata al punto 5.3, sono le seguenti:

- per ciascun palo, in base all'assorbimento complessivo, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;
- per ciascuna sezione dei pali sottoposti a misure dell'assorbimento dose per dose, si ammette uno scostamento dal diametro nominale compreso tra “- 0,01 D” e “+ 0,1 D”;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- lunghezza:                                 pali aventi diametro  $D < 600 \text{ mm} \pm 15 \text{ cm}$ ;  
  pali aventi diametro  $D \geq 600 \text{ mm} \pm 25 \text{ cm}$ ;
- quota testa palo:                          $\pm 5 \text{ cm}$ ;

L'Impresa è tenuta ad eseguire a suo esclusivo onere e spese tutte le opere sostitutive e/o complementari che a giudizio della Direzione Lavori, sentito il Progettista, si rendessero necessarie per ovviare all'esecuzione di pali in posizione e/o con dimensioni non conformi alle tolleranze qui stabilite, compresi pali aggiuntivi ed opere di collegamento.

#### **11.10.7.1.2 Tracciamento**

Prima di iniziare la perforazione, a cura e spese dell'impresa si dovrà indicare sul terreno la posizione dei pali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del palo quale risulta dalla pianta della palificata.

Tale pianta, redatta e presentata alla Direzione Lavori dall'impresa, dovrà indicare la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova contrassegnati con numero progressivo.

Se considerato necessario dalla Direzione Lavori, in corrispondenza di ciascun palo sarà posto in opera un avampozzo provvisorio di lamiera d'acciaio con funzioni di guida dell'utensile, di riferimento per la posizione pianoaltimetrica della sommità del palo e di difesa dall'erosione del terreno ad opera del liquido eventualmente presente nel foro.

Esternamente all'avampozzo saranno installati riferimenti atti a permettere il controllo della sua posizione planimetrica durante la perforazione.

#### **11.10.7.2 Pali trivellati con fanghi bentonitici**

La perforazione sarà eseguita mediante l'impiego dell'utensile di scavo ritenuto più idoneo allo scopo, e con le attrezzature della potenza adeguata, in relazione alle condizioni ambientali, litologiche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare nonché alle dimensioni dei pali da eseguire.

Il fango bentonitico impiegato nella perforazione, dovrà avere le caratteristiche riportate nel punto 11.10.6.5.

Il livello del fango nel foro dovrà in ogni caso essere più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore ad 1.0 m, e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile nel foro.

La distanza minima fra gli assi di due perforazioni attigue in corso appena ultimate o in corso di getto, dovrà essere tale da impedire pericolosi fenomeni di interazione e comunque non inferiore ai 5 diametri.

Se nella fase di completamento della perforazione fosse accertata l'impossibilità di eseguire rapidamente il getto (sosta notturna, mancato trasporto del conglomerato cementizio, etc.), sarà necessario interrompere la perforazione alcuni metri prima ed ultimarla solo nell'imminenza del getto.

Completata la perforazione, si procederà alla sostituzione del fango sino al raggiungimento dei prescritti valori del contenuto in sabbia, ed alla pulizia del fondo foro.

#### **11.10.7.2.1 Formazione del fusto del palo**

Al termine della perforazione, verrà calata all'interno del foro la gabbia di armatura.

In seguito si procederà al getto del conglomerato cementizio, mediante tubo di convogliamento.

In presenza di acqua di falda, potrà essere prevista la posa in opera di idonea contro camicia in lamierino di adeguato spessore per il contenimento del getto.

Il tubo di convogliamento sarà costituito da un tubo di acciaio di 20 – 25 cm di diametro interno, e da spezzoni non più lunghi di 2,5 m.

L'interno del tubo dovrà essere pulito, privo di irregolarità e strozzature, ed all'estremità superiore essere provvisto di tramoggia di capacità 0,4 – 0,6 m<sup>3</sup>.

Il tubo di convogliamento sarà posto in opera arrestando la sua estremità inferiore a 30 – 60 cm dal fondo del foro.

Prima di installare tale tubo, è opportuna una nuova verifica della profondità del fondo foro e si dovrà accertare che lo spessore del deposito non superi i 20 cm, altrimenti si dovrà procedere alla pulizia previo sollevamento dell'armatura.

Le giunzioni dovranno essere del tipo filettato, senza manicotto, o con manicotti esterni che comportino un aumento di diametro non superiore a 2 cm, sono escluse le giunzioni a flangia.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per la presenza di fango bentonitico (ma anche nel caso in cui fosse presente acqua di falda), in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, prima di iniziare il getto si predisporrà un tappo formato con una palla di malta plastica, oppure con uno strato di vermiculite di 30 cm di spessore o con palline di polistirolo galleggianti sul liquido o con un pallone di plastica.

All'inizio del getto si dovrà predisporre di un volume di conglomerato cementizio pari a quello del tubo di convogliamento e di 3.0 – 4.0 m di palo.

Il tubo di convogliamento per tratti successivi nel corso del getto, sempre conservando una immersione minima di conglomerato cementizio di 2,5 m e massima di 6,0 m.

Il getto di calcestruzzo dovrà essere prolungato per almeno 0,5 – 1 m al di sopra della quota di progetto della testa del palo, per consentire di eliminare la parte superiore (scapitozzatura).

Tale operazione di scapitozzatura, si ritiene da eseguire sino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del palo non rispondono a quelle previste.

In tal caso è onere dell'Impresa procedere al ripristino del palo sino alla quota di sottoplinto.

#### **11.10.7.3 Pali trivellati con fanghi biodegradabili**

Valgono le indicazioni già riportate nel caso dei pali trivellati con fanghi bentonitici.

Il fango biodegradabile dovrà soddisfare le indicazioni riportate al punto 11.10.6.5.

#### **11.10.7.4 Pali trivellati con rivestimento provvisorio**

Per quanto riguarda le attrezzature di perforazione, queste dovranno soddisfare i requisiti riportati al punto 11.10.7.2.

La perforazione non dovrà essere approfondita al di sotto della scarpa del tubo di rivestimento.

In presenza di falda il foro dovrà essere tenuto costantemente pieno di acqua (o eventualmente di fango bentonitico), con livello non inferiore a quello della piezometrica della falda.

L'infissione sottoscarpa della colonna di rivestimento dovrà consentire di evitare rifluimenti da fondo foro.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La tubazione è costituita da tubi di acciaio di diametro esterno pari al diametro nominale del palo, suddivisi in spezzoni connessi tra loro mediante innesti speciali del tipo maschio-femmina.

L'infissione della tubazione di rivestimento sarà ottenuta imprimendole un movimento rototraslatorio mediante opportuna attrezzatura rotary e/o morsa azionata da comandi oleodinamici, oppure in terreni poco o mediamente addensati, privi di elementi grossolani e prevalentemente non-coesivi, applicando in sommità un vibratore di idonea potenza.

In quest'ultimo caso la tubazione potrà essere suddivisa in spezzoni, ma anche essere costituita da un unico pezzo di lunghezza pari alla profondità del palo.

E' ammessa la giunzione per saldatura degli spezzoni, purchè non risultino varchi nel tubo che possono dar luogo all'ingresso di terreno.

#### **11.10.7.4.1 Formazione del fusto del palo**

Valgono le indicazioni riportate nel punto 11.10.7.2.1.

#### **11.10.7.5 Pali trivellati ad elica continua armati dopo il getto**

Si utilizzeranno escavatori equipaggiati con rotary a funzionamento idraulico o elettrico montate su asta di guida, e dotate di dispositivo di spinta.

L'altezza della torre e le caratteristiche della rotary (coppia, spinta) dovranno essere commisurate alla profondità da raggiungere.

La perforazione sarà eseguita mediante una trivella ad elica continua, di lunghezza e diametro corrispondenti alle caratteristiche geometriche dei pali da realizzare.

L'anima centrale dell'elica deve essere cava, in modo da consentire il successivo passaggio del calcestruzzo. All'estremità inferiore dell'anima sarà posta una punta a perdere, avente lo scopo di impedire l'occlusione del condotto.

La perforazione avverrà di norma regolando coppia e spinta in modo da avere condizioni di infissione prossime al perfetto avvitaimento. In ogni caso il volume di terreno estratto per caricamento della trivella deve essere non superiore al volume teorico della perforazione.

Qualora si riscontrassero rallentamenti della perforazione in corrispondenza di livelli di terreno intermedi o dell'eventuale strato portante inferiore, l'Impresa, con l'accordo della Direzione Lavori potrà:

– eseguire prefori di diametro inferiore al diametro nominale di pali;

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

- ridurre la lunghezza di perforazione.

#### **11.10.7.5.1 Formazione del fusto del palo**

Il calcestruzzo verrà pompato pneumaticamente entro il cavo dell'asta di perforazione che verrà progressivamente estratta, di norma senza rotazione.

La cadenza di getto deve assicurare la continuità della colonna di conglomerato.

Pertanto l'estrazione dell'asta di trivellazione deve essere effettuata ad una velocità congruente con la portata di calcestruzzo pompato, adottando tutti gli accorgimenti necessari ad evitare sbulbature, ovvero a evitare interruzioni del getto.

In particolare il circuito di alimentazione del getto dovrà essere provvisto di un manometro di misura della pressione.

Durante l'operazione si dovrà verificare che la pressione sia mantenuta entro l'intervallo di 50÷150 KPa. Il getto dovrà essere prolungato fino a piano campagna, anche nei casi in cui la quota finita del palo sia prevista a quota inferiore.

La gabbia, verrà inserita a getto concluso mediante l'ausilio di un vibratore.

Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad assicurare il centramento della gabbia entro la colonna di calcestruzzo appena formata.

Se necessario, la gabbia dovrà essere adeguatamente irrigidita per consentirne la infissione.

L'operazione di infissione deve essere eseguita immediatamente dopo l'ultimazione del getto, prima che abbia inizio la presa del calcestruzzo.

#### **11.10.7.6 Pali trivellati ad elica continua armati prima del getto**

Valgono le prescrizioni di cui al punto 11.10.7.4.

##### **11.10.7.6.1 Formazione del fusto del palo**

L'armatura verrà inserita entro l'anima della trivella elicoidale, il cui diametro interno deve essere congruente con il diametro della gabbia di armatura.

All'interno della gabbia dovrà essere inserito un adeguato mandrino, da tenere contrastato sul dispositivo di spinta della rotary per ottenere l'espulsione del fondello a perdere, con effetto di precarica alla base del palo.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La gabbia dovrà essere costruita in conformità con il disegno di progetto e nel rispetto delle specifiche riportate al punto 11.10.6.1.

Per il getto del calcestruzzo valgono le specifiche riportate nel punto 11.10.7.4.1.

### 11.10.8 Prove di carico

#### Generalità

In seguito vengono fornite le indicazioni tecniche generali per l'esecuzione di prove di carico su pali.

Le prove di carico hanno principalmente lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive nel palo;
- verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema palo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema palo-terreno.

Si definiscono:

- prove di collaudo le prove effettuate su pali 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 pali appositamente predisposti all'esterno della palificata, spinte fino a carichi di rottura del sistema palo-terreno o prossimi ad essa; il carico massimo da raggiungere nel corso della prova ( $P_{max}$ ) è in generale pari a  $2.5 \div 3$  volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );

Il numero e l'ubicazione dei pali 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 dovrà effettuare prove di carico assiale sull'1% dei pali per ogni opera e le prove di collaudo saranno eseguite in numero pari allo 0,5% del numero totale dei pali, con un numero minimo di 1 palo per opera.

I pali soggetti a prova di carico assiale potranno, a discrezione della DL, essere sottoposti anche a prova di ammettenza meccanica per valutare, tramite correlazione, la capacità portante statica di pali soggetti solo a prove dinamiche.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le caratteristiche dei pali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali dimensionati in fase di progetto.

**11.10.8.1 Prove di carico assiale**

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:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$  per  $D \leq 100$  cm e  $P_{prova} = 1,2 P_{esercizio}$  per  $D > 100$  cm
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme palo-terreno.

**11.10.8.1.1 Attrezzatura e dispositivi di prova**

Il carico sarà applicato mediante uno o più martinetti idraulici, con corsa  $\geq 200$  mm, posizionati in modo da essere perfettamente centrati rispetto all'asse del palo.

I martinetti saranno azionati da una pompa idraulica esterna. Martinetti e manometro della pompa saranno corredati da un certificato di taratura recente ( $\approx 3$  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:

$$M \geq 1.2 * P_{prova} / g = 0.12 P_{prova}$$

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:

- pali di contrasto, dimensionati a trazione;
- tiranti di ancoraggio collegati ad un dispositivo di contrasto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In questi casi si avrà cura di ubicare i pali o i bulbi di ancoraggio dei tiranti a sufficiente distanza dal palo di prova (minimo 3 diametri).

L'Impresa, nel caso di prove di carico con pali di contrasto, dovrà redigere un progetto dettagliato delle prove di carico indicando numero, interassi, dimensioni, e lunghezza dei pali;

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 misurare il carico applicato alla testa del palo si interporrà tra il martinetto di spinta ed il palo una cella di carico del tipo ad estensimetri elettrici di opportuno fondo scala.

Nel caso non fosse disponibile tale tipo di cella, il carico imposto al palo 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 al 5% del carico applicato per i manometri e del 2% per le celle di carico.

Se viene impiegato soltanto il manometro, il relativo quadrante dovrà avere una scala adeguata alla precisione richiesta.

E' raccomandato l'inserimento di un dispositivo automatico in grado di mantenere costante ( $\pm 20$  kN) il carico applicato sul palo, per tutta la durata di un gradino di carico ed indipendentemente dagli abbassamenti della testa del palo.

Per la misura dei cedimenti, saranno utilizzati tre comparatori centesimali, con corsa massima non inferiore a 50 mm, disposti a  $\approx 120^\circ$  intorno all'insieme palo-terreno.

Il sistema di riferimento sarà costituito da una coppia di profilati metallici poggianti su picchetti infissi al terreno ad una distanza di almeno 3 diametri dal palo.

Il sistema sarà protetto dall'irraggiamento solare mediante un telo sostenuto con un traliccio di tubi innocenti.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

**11.10.8.1.2 Preparazione della prova**

I pali prescelti saranno preparati mediante regolarizzazione della testa previa scapitozzatura del cls e messa a nudo del fusto per un tratto di  $\approx 50$  cm.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite n.3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per la successiva apposizione 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 diametro adeguato, in modo da ricondurre la pressione media sul conglomerato a valori compatibili con la sua resistenza a compressione semplice.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 diametri dall'asse del palo.

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 ( $h_{\min.} = 1.5$  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.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso in cui la trave o struttura di contrasto farà capo a pali o tiranti di ancoraggio.

**11.10.8.1.3 Programma di carico**

Il programma di carico sarà definito 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



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- a) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\partial P$ , fino a raggiungere il carico  $P_{es}$ .
- b) 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 condizione tra due misure successive ( $t = 15'$ ):

$$\partial s \leq 0.025 \text{ mm.}$$

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 4 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:

- $t = 30'$
- $t = 45'$
- $t = 60'$

## 2° CICLO

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\partial P$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  (o  $P_{lim}$ ).
- b) In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al punto "b" del 1° Ciclo.
- c) Il carico  $P_{prova}$ , quando è minore di  $P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini (di entità  $3 \partial P$ ) con misure a:
  - $t = 0$
  - $t = 5'$
  - $t = 10'$
  - $t = 15'$

A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ ; una lettura finale sarà effettuata 12 ore dopo che il palo è stato completamente scaricato.

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando risulti verificata una delle seguenti condizioni:

- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 2$  cedimento ( $P_{lim} - \partial P$ )
- cedimento ( $P_{lim}$ )  $\geq 0.10$  diametri.

#### **11.10.8.1.4 Risultati della prova**

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo con riferimento ad una planimetria;
- 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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le date e il programma delle prove dovranno essere altresì comunicati alla Direzione Lavori con almeno 7 giorni di anticipo sulle date di inizio.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento che 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 palo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione (pali trivellati);
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, etc.);
- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del palo, preparata all'atto dell'esecuzione.
- relazione tecnica riportante l'elaborazione dei dati e l'interpretazione della prova medesima nonché l'individuazione del carico limite con il metodo dell'inverse pendenze.

#### **11.10.8.2 Prove di carico su pali strumentati**

Quando richiesto, le prove di carico assiali, oltre che per definire la curva carico-cedimento alla testa del palo, avranno lo scopo di valutare l'entità e la distribuzione del carico assiale e della curva di mobilitazione dell'attrito lungo il palo. Pertanto dovranno essere predisposte una serie di sezioni strumentate nel fusto del palo, e anche alla base del palo stesso. I dispositivi indicati nel presente paragrafo sono pertanto da considerarsi aggiuntivi rispetto a quanto descritto nel punto 11.10.8.

Per i pali strumentati, ad ultimazione del getto, verrà eseguito un controllo generale della strumentazione per verificare l'integrità a seguito delle operazioni di realizzazione del palo.

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.

### **11.10.8.2.1 Attrezzature e dispositivi di prova**

Lungo il fusto del palo saranno predisposte delle sezioni strumentate il cui numero e la cui ubicazione sarà stabilito di volta in volta in accordo con la Direzione Lavori. In ogni caso dovranno essere previste almeno 4 sezioni strumentate.

Indicativamente la sezione strumentata superiore sarà ubicata in prossimità della testa del palo, esternamente al terreno.

Qualora non fosse possibile realizzare la sezione strumentata di testa al di sopra del piano lavoro, dopo l'esecuzione del palo si procederà ad isolare il palo dal terreno circostante 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 3 estensimetri elettrici disposti su di una circonferenza, a circa 120° l'uno dall'altro.

Le celle estensimetriche saranno fissate all'armatura longitudinale e protette dal contatto diretto con il calcestruzzo.

Esse saranno corredate di rapporto di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale. Per ogni sezione strumentata si ammetteranno tolleranze non superiori a 10 cm rispetto alla quota teorica degli estensimetri elettrici.

La punta del palo verrà strumentata mediante una cella di carico costituita da estensimetri elettrici.

La sezione verrà ubicata alla distanza di circa 1 diametro dalla base del palo.

La misura degli spostamenti alla base del palo verrà realizzata con un estensimetro meccanico a base lunga. Esso misurerà le deformazioni relative tra la base e la testa del palo.

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.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

Come per gli altri tipi di tubazione anche questa sarà portata sino in superficie a fuoriuscire dalla testa del palo a fianco della piastra di ripartizione.

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 palo) e l'ancoraggio solidale alla base del palo.

La testa di questo strumento andrà adeguatamente protetta contro avverse condizioni atmosferiche, contro urti meccanici accidentali e contro le variazioni di temperatura.

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.

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 palo non dovrà costituire un ingombro alle operazioni successive.

Le modalità di installazione e protezione dei cavi saranno comunicate alla Direzione Lavori.

#### **11.10.8.2 Preparazione ed esecuzione della prova**

Si applicano integralmente le specifiche di cui al punto 11.10.8.1.2 e seguenti.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.10.8.2.3 Prove di carico laterale**

Queste prove dovranno essere effettuate nel caso in cui ai pali di fondazione sia affidato il compito di trasmettere al terreno carichi orizzontali di rilevante entità.

Il numero ed i pali da sottoporre a prova sarà definito dal progettista e/o concordato con la Direzione Lavori.

Nella esecuzione delle prove ci si atterrà alle prescrizioni già impartite per le prove di carico assiale (vedi punto 11.10.8.1), salvo quanto qui di seguito specificato.

Il contrasto sarà di norma ottenuto utilizzando un palo di caratteristiche geometriche analoghe, distante almeno 3 diametri.

Il martinetto sarà prolungato mediante una trave di opportuna rigidità.

Gli spostamenti saranno misurati su entrambi i pali. Si utilizzeranno per ciascun palo 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.

Per la misura delle deformazioni durante la prova di carico, la Direzione Lavori indicherà i pali nei quali posizionare, prima del getto, dei tubi inclinometrici.

Si utilizzeranno tubi in alluminio a 4 scanalature, diametro d 81/76 mm, resi solidali alla gabbia di armatura a mezzo di opportune legature.

Le misure saranno effettuate con una sonda inclinometrica perfettamente efficiente, di tipo bi-assiale, previo rilevamento delle torsioni iniziali del tubo-guida.

Se richiesto dalla Direzione Lavori anche i pali sottoposti a prove di carico laterale potranno avere sezioni strumentate con estensimetri elettrici a varie profondità.

**11.10.8.3 Prove non distruttive**

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche dei pali, non compromettendone l'integrità strutturale. A tale scopo potrà essere richiesta l'esecuzione di:

- a) prove geofisiche;
- b) carotaggio continuo meccanico;
- c) scavi attorno al fusto del palo.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per tutti i controlli non distruttivi l'impresa provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

**11.10.8.3.1 Prove geofisiche**

Possono essere eseguite mediante emissione di impulsi direttamente alla testa del palo o lungo il fusto entro fori precedentemente predisposti.

Il primo tipo di controllo potrà essere eseguito per qualsiasi tipo di palo; il secondo sarà applicato ai soli pali trivellati di diametro > 800 mm.

Il numero dei controlli sarà di volta in volta stabilito dalla Direzione Lavori anche in relazione alla importanza dell'opera, al tipo di palo, alle caratteristiche geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione e alle anomalie riscontrate durante l'esecuzione dei pali.

I pali da sottoporre a controllo mediante prove geofisiche saranno prescelti dalla Direzione Lavori.

Prove geofisiche da testa palo verranno eseguite dall'Impresa a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, sul 15% del numero totale dei pali e comunque su tutti quei pali ove fossero state riscontrate inosservanze rispetto a quanto prescritto dal presente Capitolato.

Con riferimento ai soli pali trivellati, l'Impresa dovrà provvedere, a sua cura, sotto il controllo della Direzione Lavori, all'esecuzione di controlli eseguiti entro fori precedentemente predisposti, sul 5%- del numero totale dei pali con un minimo di due.

Sui pali prescelti per tali prove, lungo il fusto dovrà essere predisposta, prima delle operazioni di getto, l'installazione di tubi estesi a tutta la lunghezza del palo, entro cui possono scorrere le sondine di emissione e ricezione degli impulsi.

I tubi saranno solidarizzati alla gabbia di armatura, resi paralleli tra loro e protetti dall'ingresso di materiali.

Gli stessi saranno almeno due per pali aventi diametro  $d \leq 1200$  mm ed almeno tre per diametri superiori.

Le prove dovranno essere eseguite alternando entro i fori le posizioni delle sonde trasmittente e ricevente.

### **11.10.8.3.2 Carotaggio continuo meccanico**

Il carotaggio dovrà essere eseguito con utensili e attrezzature tali da garantire la verticalità del foro e consentire il prelievo continuo allo stato indisturbato del conglomerato e se richiesto del sedime d'imposta.

Allo scopo saranno impiegati doppi carotieri provvisti di corona diamantata aventi diametro interno minimo pari a 60 mm.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione e il tipo delle fratture, le percentuali di carotaggio, le quote raggiunte con ogni singola manovra di avanzamento.

Su alcuni spezzoni di carota saranno eseguite prove di laboratorio atte a definire le caratteristiche fisico-meccaniche e chimiche.

Al termine del carotaggio si provvederà a riempire il foro mediante boiaccia di cemento immessa: dal fondo foro.

Il carotaggio si eseguirà a cura dell'Impresa, quando ordinato della Direzione Lavori, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della medesima.

### **11.10.8.3.3 Scavi attorno al fusto del palo**

Verranno richiesti ogni qualvolta si nutrano dubbi sulla verticalità e regolarità della sezione nell'ambito dei primi 4.0 – 5.0 m di palo.

Il fusto del palo dovrà essere messo a nudo e pulito con un violento getto d'acqua e reso accessibile all'ispezione visiva.

Successivamente si provvederà a riempire lo scavo con materiali e modalità di costipamento tali da garantire il ripristino della situazione primitiva.

Tali operazioni saranno eseguite, a cura e spese dell'Impresa, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.



## 11.10.9 Specifica di controllo

### 11.10.9.1 Generalità

La seguente specifica si applica alle varie tipologie di pali di fondazione precedentemente descritte.

La documentazione di riferimento comprende tutta quella contrattuale e più specificatamente, quella di progetto quali disegni, specifiche tecniche, etc..

Sono altresì comprese tutte le Norme tecniche vigenti in materia.

Le procedure delle prove di seguito specificata, deve ritenersi come minima e dovrà essere incrementata in ragione delle difficoltà tecniche e realizzative.

La Normativa di riferimento per esercitare i seguenti controlli, è indicata nel seguente prospetto:

- D.M. 9/01/1996;
- D.M. 11/03/1988;
- AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Norme UNI 7163 – 1979;
- DIN – 4150;
- D.M. 16/01/96.
- D.M. 14/01/2008.

L'Impresa dovrà attrezzare con le predisposizioni necessarie per l'effettuazione di controlli non distruttivi di tipo sonico (per pali di medio e grande diametro) il 30% dei pali realizzati.

Questi infatti, sono prove da eseguirsi su pali prescelti prima della loro esecuzione, in quanto devono essere attrezzati con tubazioni (uno o più) da annegare nel getto di calcestruzzo, aventi diametro interno non inferiore a 1" ½.

Dovrà inoltre prevedersi di assoggettare a prove di carotaggio continuo, in asse palo, con prelievo di carote, sull'1% del totale dei pali eseguiti.

Nel caso di esito negativo delle prove, le stesse dovranno essere incrementate nella misura richiesta dalla DL.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**11.10.9.2 Pali trivellati**

Per i pali trivellati, si dovrà verificare che ogni lotto di armatura posto in opera, sia accompagnato dai relativi certificati del fornitore, e comunque essere conforme alle prescrizioni previste per tale materiale.

In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, questo potrà provenire già preconfezionato da appositi fornitori, oppure essere prodotto in cantiere con opportune centrali di betonaggio.

In entrambi i casi il calcestruzzo dovrà soddisfare alle indicazioni previste in progetto e del punto 11.10.6.2 del presente Capitolato.

La DL avrà la facoltà di fare eseguire prove per la verifica delle caratteristiche dei materiali.

Durante le operazioni di getto si dovrà verificare che queste vengano effettuate secondo le modalità riportate al punto 11.10.7.2.1.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove verranno riportati i risultati dei controlli delle tolleranze (punto 11.10.7.1.1), ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- eventuali impieghi dello scalpello o altri utensili per il superamento di zone cementate o rocciose e corrispondente profondità di inizio e fine tratta;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione, e la stessa prima di calare il tubo getto;
- risultati dei controlli eseguiti sull'eventuale fango di perforazione e della presenza dell'eventuale controcamicia;
- additivi usati per il fango;
- caratteristiche dell'eventuale rivestimento metallico;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo. Il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) dell'assorbimento di calcestruzzo e del livello raggiunto dallo stesso entro il foro in corso di getto, sarà fatto impiegando uno scandaglio a base piatta, su almeno i primi 10 pali e sul 10% dei pali successivi. In base a questo rilievo potrà essere ricostituito l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto).;
- misura dello "slump" (per ogni betoniera o per ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.
- I risultati dell'operazione di scapitozzatura e dell'eventuale ripristino del palo sino alla quota di sottopinto.

**11.10.9.2.1 Controllo del fango bentonitico**

Per il controllo della qualità del fango si eseguiranno, a cura e spese dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- a) peso di volume;
- b) viscosità MARSH;
- c) contenuto in sabbia;

ripetendo le misure con la frequenza e le modalità di prelievo sotto indicate.

Fanghi freschi maturati (determinazione delle caratteristiche a e b):

- prelievo nella vasca di maturazione con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi.

Fanghi in uso, nel corso della escavazione (determinazione della caratteristica A):

- prelievo entro il cavo, mediante campionatore, alla profondità sovrastante di 50 cm quella raggiunta dall'escavazione al momento del prelievo, con frequenza di un prelievo

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

per ogni elemento (palo o pannello di diaframma) al termine dell'attraversamento degli strati più sabbiosi o al termine delle operazioni di scavo.

Fanghi prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio (determinazione delle caratteristiche a e c):

- prelievo mediante campionatore, alla profondità di 80 cm sopra il fondo dello scavo con frequenza di prelievo per ogni elemento da eseguire dopo che le armature metalliche ed il tubo di convogliamento sono già stati posti in opera. La Direzione lavori potrà richiedere ulteriori controlli delle caratteristiche dei fanghi bentonitici impiegati, in particolare nella fase iniziale di messa a punto delle lavorazioni.

L'Impresa dovrà disporre in cantiere di una adeguata attrezzatura di laboratorio per il controllo del peso specifico o di volume, della viscosità, del contenuto in sabbia, del pH, dell'acqua libera, e dello spessore del "cake"; mentre per la constatazione delle seguenti caratteristiche:

- residui al setaccio n. 38 della serie UNI n.2331 - 2332;
- tenore di umidità;
- limite di liquidità;
- decantazione della sospensione al 6%;

si ricorrerà a cura e spese dell'Impresa, a Laboratorio Ufficiale.

#### **11.10.9.2.2 Prove di controllo**

Caratteristiche e modalità d'uso delle apparecchiature che dovranno essere a disposizione in cantiere.

#### **11.10.9.2.3 Misure del peso specifico o di volume**

Si userà di regola una bilancia che consiste in un'asta graduata in g/l imperniata al basamento e munita ad un estremo di contrappeso ed all'altro di un contenitore per il fango.

Quest'ultimo una volta riempito di fango sarà chiuso con un coperchio forato.

Si garantirà il completo riempimento del contenitore facendo in modo che del fango fuoriesca dal foro.

Successivamente si avrà cura di pulire l'esterno del contenitore e del coperchio.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si sposterà il cursore posto sull'asta finché questa assumerà una posizione orizzontale, individuata dalla bolla della livella montata sull'asta.

In tale posizione si leggerà direttamente sull'asta il peso di volume del fango racchiuso nel contenitore.

Per la taratura si riempirà il contenitore di acqua distillata controllando che il peso di volume indicato dal cursore corrisponda a 1000 g/l; in caso contrario si toglieranno o aggiungeranno dei pallini di piombo nel corpo del contrappeso.

L'approssimazione delle misure dovrà essere di  $\pm 5$  g/l.

**11.10.9.2.4 Misura della viscosità**

Si userà di regola l'imbuto di Marsh che consiste in un recipiente tronco - conico, avente la forma e le dimensioni seguenti: diametro della base superiore 152 mm (611), altezza del tronco di cono 305 mm (1211); base inferiore costituita da ugello cilindrico di diametro interno 4,76 mm (3/1611) e altezza 50,8 mm (211). Si riempirà l'imbuto tenendo manualmente otturato il tubicino.

Durante il riempimento si avrà cura di fare passare il fango attraverso la reticella che è posta sulla bocca del recipiente permettendo così il filtraggio delle eventuali impurità.

La viscosità del fango sarà determinata misurando il tempo di deflusso del contenuto del cono compreso tra il livello corrispondente ad un riempimento di 1500 cm<sup>3</sup> e il livello corrispondente 500 cm<sup>3</sup>.

**11.10.9.2.5 Misura del pH**

Questa misura si effettuerà usando delle speciali cartine reagenti dotate della capacità di assumere per ogni valore del pH un particolare colore.

Dopo avere immerso la cartina nel fango, si confronterà il colore che la cartina ha assunto con quelli di riscontro: il corrispondente colore indicherà il valore del pH del fango.

Si avrà cura di non toccare con le mani la cartina reagente per non falsare la misura.

**11.10.9.2.6 Misura del contenuto in sabbia**

Si userà di regola un sabbimetro costituito da: una provetta conica graduata, un imbuto ed un filtro con rete a 200 MESH.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si riempirà di fango la provetta fino al primo livello; poi si aggiungerà acqua fino al secondo livello indicato sulla provetta stessa.

Si ottererà con il pollice la bocca della provetta e si agiterà energicamente in modo da diluire il fango con l'acqua.

Si verserà il contenuto della provetta attraverso il filtro avendo cura di sciacquare la provetta con acqua pulita.

Si porrà quindi l'imbuto sulla provetta lavata e su di esso si disporrà il filtro rovesciato in modo che tutte le parti sabbiose trattenute cadano nella provetta.

Lavando il filtro con acqua pulita si farà scendere tutta la sabbia nella provetta e la si farà decantare.

Si leggerà direttamente sulla graduazione della provetta il contenuto percentuale volumetrico in sabbia del fango esaminato.

#### **11.10.9.2.7 Misura dell'acqua libera e dello spessore del "cake"**

Si userà una filtropressa che è di regola costituita da un telaio sul quale viene alloggiato un contenitore cilindrico munito superiormente di una apposita vite di blocco ed inferiormente di un tubicino che lo collega ad un cilindretto graduato.

Il contenitore a sua volta è composto, dal basso verso l'alto, dai seguenti elementi: un basamento, nel quale è inserito il tubicino; una guarnizione di gomma; una reticella; un disco di carta filtro; un'altra guarnizione di gomma; una cella; una terza guarnizione di gomma; un coperchio (predisposto per essere collegato ad una bomboletta di CO<sub>2</sub>) .

Per l'uso si assemblerà la cella con il basamento avendo cura di usare ogni volta un disco di carta da filtro nuovo.

Quindi si riempirà la cella con fango fino a 6 mm dal bordo superiore della cella.

Poi si monterà il coperchio e si alloggerà la cella nel telaio bloccandola permanente con la vite di pressione. Poi si monterà la bomboletta di CO<sub>2</sub> e si darà pressione alla cella controllando che la pressione della cella sia di 7 bar.

Nello stesso momento in cui si darà pressione si farà scattare il cronometro e si misurerà l'acqua che esce dal tubicino posto al fondo della base della cella.

L'acqua sarà raccolta nel cilindretto graduato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le misure in cm<sup>3</sup> verranno effettuate dopo 30 minuti primi ed indicheranno il valore di acqua libera del fango esaminato.

Finita la prova si estrarrà la carta da filtro e si misurerà lo spessore in millimetri del pannello di fango (cake) formatosi sul filtro.

**11.10.9.2.8 Controllo del fango biodegradabile**

Per il controllo di qualità del fango, a cura dell'Impresa e in contraddittorio con la Direzione Lavori, si eseguiranno determinazioni sistematiche delle seguenti caratteristiche:

- densità del fango biodegradabile fresco;
- densità del fango biodegradabile e viscosità del fango pronto per l'impiego;
- prova di decadimento.

I suddetti controlli verranno effettuati con frequenza quotidiana, per ogni impianto di preparazione fanghi, tranne che la prova di decadimento, che dovrà essere eseguita con frequenza settimanale, presso il laboratorio di cantiere.

La formula prevista e studiata dall'Impresa, potrà essere assoggettata ad ulteriori prove se richieste dalla Direzione Lavori.

**11.10.10 Pali trivellati ad elica**

Per i materiali impiegati valgono le indicazioni riportate al punto 11.10.9.2.

Per ciascun palo l'Impresa dovrà redigere una scheda dove dovranno essere riportati i controlli delle tolleranze ed inoltre dovranno essere riportati i risultati dei seguenti controlli:

- n° progressivo del palo così come riportato nella planimetria di progetto;
- informazioni relative alla locale stratigrafia;
- dati tecnici dell'attrezzatura;
- data di inizio e fine perforazione, nonché di inizio e fine getto;
- tempi di perforazione per tratte successive di 5 m, e di 1 m nel tratto finale;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- il rilievo della quantità di calcestruzzo impiegato per ogni palo;

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- misura dello “slump” (per ogni betoniera o per ogni 10 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera);
- numero dei prelievi per il controllo della resistenza a compressione e valori della stessa, così come indicato nel presente Capitolato, ed inoltre quando richiesto dalla Direzione Lavori;
- geometria delle gabbie di armatura;
- spinta del mandrino, misurata durante l'estrazione della trivella;
- risultati delle eventuali prove effettuate e richieste dalla DL;
- caratteristiche dei materiali costituenti il manufatto e lotto di appartenenza dello stesso.

Nel caso si vengano a riscontrare delle differenze stratigrafiche rispetto alla situazione nota, o di particolari anomalie riscontrate nei tempi di perforazione, qualora le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Impresa dovrà procedere al riesame della progettazione e dovrà definire gli eventuali provvedimenti (modifica del numero e profondità dei pali, esecuzione dei prefori, etc.) che dovranno essere concordati con la Direzione Lavori.



## **CAPITOLO 12.: OPERE DI DIFESA**

---

## 12.1 GABBIONATE

A difesa del corpo stradale possono essere impiegate le gabbionate.

Saranno realizzate a qualsiasi altezza e saranno costituite da gabbioni metallici di qualsiasi tipo e dimensione.

Se necessario potrà essere posto in opera uno strato filtrante geotessile non tessuto per garantire il drenaggio delle acque meteoriche.

### 12.1.1 Gabbioni metallici

I gabbioni metallici dovranno avere forma prismatica ed essere costituiti da rete metallica a doppia torsione, a maglia esagonale, tessuta a macchina con trafilato di ferro a forte zincatura in ragione di 260-300 g di zinco per metro quadrato di superficie zincata e dovranno rispondere alle Norme di cui alla Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962.

La rete costituente gli elementi dovrà avere maglie uniformi, essere esente da strappi ed avere il perimetro rinforzato con filo di diametro maggiorato rispetto a quello della rete stessa, inserito nella trama della rete o ad essa agganciato meccanicamente in modo da impedire lo sfilamento e dare sufficiente garanzia di robustezza.

Gli elementi dovranno presentare una perfetta forma geometrica secondo i tipi e le dimensioni fra quelli di uso corrente. I gabbioni dovranno essere posti in opera secondo le previsioni di progetto.

Preliminarmente l'Appaltatore dovrà procedere alla regolarizzazione del piano di posa, quindi al posizionamento degli elementi collegandoli tra loro mediante cuciture.

Il filo da impiegare nelle cuciture dovrà avere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete e comunque non dovranno avere diametro inferiore a 2,20 mm per i gabbioni e 2,00 mm per i materassi.

Le cuciture dovranno essere tali da creare la struttura monolitica ed assicurare la sua massima resistenza in funzione delle caratteristiche delle singole opere.

Le cuciture più importanti normalmente dovranno essere effettuate passando un filo continuo dentro ogni maglia e con un doppio giro ogni 25-30 cm.

Sono ammessi altri sistemi purché siano giudicati idonei dalla Direzione Lavori. Durante il riempimento dovranno essere posti in opera i previsti tiranti, costituiti da un unico spezzone

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

di filo avente le stesse caratteristiche di quello usato per le cuciture, fissato alla rete di pareti adiacenti od opposte dell'elemento.

Il materiale da usarsi per il riempimento dei gabbioni e materassi potrà essere costituito da pietrame o ciottoli, di composizione compatta, sufficientemente duro, di elevato peso specifico e di natura non geliva.

Sarà escluso il pietrame alterabile dall'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua con cui l'opera verrà a contatto.

Il materiale di riempimento dovrà in ogni caso essere ritenuto idoneo dalla Direzione Lavori; le sue dimensioni dovranno essere comprese fra 100 e 150% della maggiore dimensione della maglia della rete, salvo diversa prescrizione della Direzione Lavori.

Il pietrame dovrà essere assestato dentro all'elemento in modo da avere il minor numero di vuoti possibile ma senza provocare lo sfiancamento delle pareti dell'elemento e le facce in vista saranno lavorate con le stesse modalità della muratura a secco (l'indice di porosità del gabbione dovrà essere compreso tra 0.3 e 0.4).

La chiusura degli elementi dovrà essere effettuata mediante cuciture, come indicato in precedenza.

Dopo la chiusura degli elementi, la rete delle pareti e del coperchio dovrà risultare ben tesa e con i filoni dei bordi tra di loro a contatto, evitando attorcigliamenti.

### **12.1.2 Tubazioni, canalette, cunette e cunicoli**

Per agevolare lo smaltimento delle acque piovane ed impedire infiltrazioni dannose all'interno del corpo stradale, è prevista, ove necessario, la sistemazione e la costruzione di collettori di scolo, canalette, cunette e cunicoli.

#### **12.1.2.1 Tubazioni**

##### **12.1.2.1.1 Materiali**

###### Generalità

Per i sistemi di drenaggio e fognatura bianca è previsto impiego l'impiego di:

- tubi in PVC-U per fognature;
- tubi strutturati in PVC-U, PP e PE;
- tubi in cls non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHETubi in PVC-U

I tubi in PVC-U per fognature saranno conformi alla norma UNI EN 1401 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi, dei bicchieri, dei codoli;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta, resistenza a cicli termici);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

Tubi strutturati in PVC-U, PP e PE

I tubi strutturati in PVC-U, PP e PE saranno conformi alla norma UNI 10968 per:

- caratteristiche dei materiali per i tubi e per i raccordi;
- metodi di giunzione;
- dimensioni dei tubi (diametri, lunghezze, spessori della parete);
- dimensioni dei raccordi;
- profili di parete;
- caratteristiche fisiche dei tubi e dei raccordi;
- caratteristiche meccaniche dei tubi e dei raccordi;
- requisiti prestazionali (tenuta dei tubi e delle giunzioni, resistenza a cicli termici, trazione delle giunzioni);
- requisiti delle guarnizioni;
- requisiti degli adesivi per le giunzioni.

Tubi in calcestruzzo non armato e armato con fibre di acciaio e con armature tradizionali

Sono adottabili tubi in calcestruzzo non armato e armato con una o più gabbie d'acciaio o con fibre in acciaio.

---

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

**CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE**

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1916.

I giunti devono consentire il regolare accoppiamento geometrico dei tubi ed il loro allineamento in modo che quando i tubi sono posti in opera la loro superficie interna venga a costituire una condotta regolare e priva di discontinuità nel diametro. Il disegno del giunto, tenuto conto del tipo di giunzione e delle tolleranze effettive, dovrà assicurare la tenuta idraulica della condotta nelle condizioni di esercizio.

Le guarnizioni di tenuta saranno conformi alla EN 681-1, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ad una pressione interna di esercizio di 0,5 atm e, per quanto riguarda la durabilità, ai requisiti della UNI EN 1916.

**12.1.2.1.2 Posa in opera****Scarico ed accatastamento**

Per il carico, il trasporto, lo scarico e l'accatastamento dovranno osservarsi le eventuali istruzioni del costruttore nonché i requisiti delle norme di prodotto pertinenti; dovranno comunque impiegarsi i mezzi e gli accorgimenti idonei ad evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere. Tutti i materiali dovranno essere immagazzinati in maniera tale da conservarli integri e da evitare contaminazioni o degradazioni; per esempio i componenti elastomerici delle giunzioni dovranno essere tenuti puliti e protetti dall'esposizione a fonti di ozono (per esempio apparecchiature elettriche), alla luce solare ed a fonti di calore, nonché al contatto con oli o grassi.

L'accatastamento dovrà essere effettuato su supporti atti a mantenere i tubi sollevati dal suolo per evitare danni ai rivestimenti ed ai giunti, provvedendo a fissare i tubi per evitare che rotolino ed evitando altezze di impilamento eccessive in modo che i tubi inferiori non risultino sovraccaricati.

Non si devono collocare pile di tubi in prossimità di trincee aperte.

**Scavo**

Le trincee dovranno essere scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta delle tubazioni, nel rispetto degli accorgimenti e dei dispositivi previsti nel piano di sicurezza.

Se per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di strutture sotterranee, per esempio pozzetti, si dovrà prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni: ove non altrimenti specificato, essa dovrà essere di: 0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso e di 0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

In presenza di altre tubazioni o costruzioni, si dovranno osservare misure di sicurezza adeguate al fine di proteggerle dal rischio di danneggiamenti.

La larghezza delle trincee non dovrà superare il valore massimo specificato in progetto; qualora, all'atto dello scavo, ciò non risultasse possibile, il problema dovrà essere sottoposto al progettista.

La larghezza minima delle trincee dovrà essere quella stabilita nella norma UNI EN 1610.

Il materiale di risulta dello scavo, qualora dalla Direzione Lavori ritenuto idoneo ad essere reimpiegato per il rinfianco ed il rinterro, sarà depositato provvisoriamente ; in caso contrario sarà conferito a deposito.

#### **12.1.2.2 Tubi fessurati in polietilene**

Tubo fessurato per drenaggio delle acque meteoriche o per captazione del percolato ricavato da tubo strutturato in polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete, liscia internamente di colore bianco e corrugata esternamente di colore nero.

Il tubo viene fornito con fessurazioni a tutta circonferenza -a 360°-(o con fondo a canaletta - a 220°-).

Il tubo deve essere collegato con giunzione mediante manicotto in PEAD ad innesto a marchio P IIP/a ed eventuale guarnizione a labbro in EPDM.

Il tubo strutturato da cui si ricava il tubo fessurato deve essere prodotto in conformità al prEN 13476-1 tipo B, certificato dal marchio PIIP/a rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici, controllato secondo gli standard ISO 9002 e ISO 14001:2004 (certificazione ambientale), con classe di rigidità pari SN 4 (o 8) kN/m<sup>2</sup>, in barre da 6 m, ed avere le seguenti caratteristiche:

Classe di rigidezza circonferenziale SN rilevata su campioni di prodotto secondo EN ISO 9969

Resistenza all'abrasione verificata in accordo alla norma EN 295-3

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tenuta idraulica del sistema di giunzione certificata a 0,5 bar in pressione e 0,3 bar in depressione secondo norma prEN 13476-1

Marcatura secondo norma contenente: nome commerciale, marchio IIP UNI e riferimento normativo, marchio PIIP/a e riferimento normativo, diametro nominale (DN/ID), classe di rigidità, materiale, tipo profilo, codice d'applicazione d'area, giorno/mese/anno ora/minuti di produzione

#### **12.1.2.2.1 Letto di posa**

I tubi saranno adagiati su un letto di posa in sabbia o ghiaia fine, di spessore non inferiore a:

- 10 cm in presenza di terreno di normale consistenza;
- 15 cm in presenza di terreno duro o di roccia lapidea.

Il letto di posa dovrà essere spianato e livellato in modo da eliminare discontinuità dell'appoggio (salvo le nicchie per le giunzioni a bicchiere); in nessun caso sarà consentito di regolare la posizione dei tubi nella trincea ricorrendo a pietre, mattoni, legname o ad altri appoggi discontinui. Qualora si rendessero necessari aggiustamenti nell'altimetria, questi saranno effettuati alzando o abbassando la quota dell'appoggio, garantendo sempre che, alla fine, i tubi siano supportati per tutta la loro lunghezza, senza ricorrere a riempimenti locali.

#### **12.1.2.2.2 Installazione**

La posa dei tubi inizierà preferibilmente dall'estremità a valle con i bicchieri rivolti a monte.

In caso di lunghe interruzioni dei lavori, si provvederà a chiudere temporaneamente le estremità dei tubi; i tappi protettivi saranno rimossi solo immediatamente prima di eseguire le giunzioni; qualsiasi materiale rimasto nel tubo dovrà essere comunque rimosso.

Le parti della superficie del tubo che venissero a contatto con i materiali di giunzione dovranno essere prive di difetti, pulite e, se necessario, asciutte; i giunti scorrevoli dovranno essere lubrificati con i lubrificanti e secondo i metodi raccomandati dal fabbricante.

Nei casi in cui i tubi non possano essere giuntati manualmente, dovranno impiegarsi adeguate attrezzature idrauliche o manuali di tiro ("tire-fort"), essendo tassativamente vietato il ricorso alla spinta con macchinari (escavatori, pale, dozer, ecc.) non espressamente previsti a questo scopo. Nell'esecuzione delle giunzioni a bicchiere dovrà

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

essere rispettata la distanza fra l'estremità della parte imboccata e la battuta del tubo successivo specificata dal fabbricante.

Le giunzioni dovranno essere eseguite applicando progressivamente una forza assiale senza sollecitare eccessivamente i componenti; a giunzione eseguita, l'allineamento dovrà essere controllato e, se necessario, corretto.

Laddove necessario, si devono prevedere per i bicchieri nicchie di dimensioni sufficienti per l'esecuzione del corretto accoppiamento e per impedire che il tubo poggi sul giunto; la nicchia per il bicchiere dovrà avere le dimensioni minime compatibili con il corretto montaggio del giunto.

I tagli dovranno essere eseguiti con gli utensili idonei, secondo le raccomandazioni del fabbricante del tubo ed in modo tale da garantire prestazioni adeguate dei giunti.

Laddove esista il rischio di galleggiamento durante l'installazione, i tubi dovranno essere mantenuti in sito mediante carichi o ancoraggi adeguati.

#### **12.1.2.2.3 Rinfiacco e rinterro**

Si definisce come rinfianco il materiale posto superiormente al letto di posa e sino a 30 cm sopra il cervello della tubazione; si definisce come rinterro il materiale sovrastante il rinfianco e sino al p.c. (o immediatamente al di sotto di eventuali pavimentazioni).

Di norma il materiale per il rinfianco sarà quello di risulta degli scavi, opportunamente selezionato.

Il costipamento dovrà avvenire con attrezzature, numero di passaggi e spessore degli strati atti ad ottenere il grado di costipamento pari almeno al 95% della densità AASHTO mod. (ove non altrimenti specificato in progetto), tenendo conto delle caratteristiche del tubo da installare al fine di evitare di arrecare danni allo stesso.

Il costipamento previa saturazione di acqua del rinfianco è ammissibile – su autorizzazione della Direzione Lavori -soltanto in casi eccezionali ed in presenza di terreni incoerenti.

#### **12.1.2.2.4 Controlli ed accettazione**

##### Generalità

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della documentazione riportata nel successivo paragrafo.

### Marcatatura e documentazione

Tutti gli elementi di tubazione dovranno recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1401, UNI 10968 e UNI EN 1916 rispettivamente per i tubi in PVC-U per fognature, per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

### Controlli in cantiere

#### ***Livellette***

A tubazione posata, prima dell'esecuzione del rinfiacco, verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il rispetto delle livellette di progetto.

In caso di un risultato negativo della verifica, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

#### ***Costipamento del rinfiacco***

Il costipamento del rinfiacco sarà controllato mediante prove di densità disposte dalla Direzione

Lavori nella misura di una ogni 100 m di tracciato, prima dell'esecuzione del rinterro.

Nel caso che i valori prescritti non siano rispettati, si procederà ad un ulteriore controllo su altrettanti punti; in caso di risultati nuovamente insoddisfacenti, la Direzione Lavori disporrà l'asportazione del materiale ed il rifacimento del rinfiacco nelle zone non accettate.

### Collaudo in opera

Il collaudo in opera delle tubazioni sarà effettuato secondo le disposizioni della Direzione Lavori in base ai metodi indicati nella UNI EN 1610 (ad acqua o, preferibilmente, ad aria).

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Condizione per l'accettazione sarà il riscontro di valori delle perdite inferiori a quelli ammissibili stabiliti dalla UNI EN 1401-3 per i per i tubi in PVC-U per fognature e della UNI EN 1610 per i tubi strutturati in PVC-U, PP e PE e per i tubi in c.a.

In caso di valori superiori, la Direzione Lavori impartirà le disposizioni del caso per il ripristino della funzionalità della tratta (compreso il suo completo rifacimento) a carico dell'Appaltatore.

### Norme di misurazione

Le tubazioni saranno misurate secondo il loro sviluppo al lordo delle interruzioni in corrispondenza dei pozzetti di linea.

I relativi articoli di Elenco prezzi comprendono fornitura dei tubi (compresi i pezzi speciali), trasporto, scarico, deposito, sfilamento, posa comprensiva di ogni lavorazione per tappi provvisori, giunzioni, inserimento nei pozzetti, collaudi.

Lo scavo della trincea, valutato come scavo di fondazione, sarà misurato a volume considerando la sezione di scavo di progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni.

Il relativo articolo di Elenco prezzi compensa anche il rinfianco ed il rinterro delle tubazioni eseguite con materiale di risulta degli scavi (comprese le lavorazioni per la selezione del materiale); nel caso che per questi non venga impiegato materiale da cava o calcestruzzo o venga prescritta la stabilizzazione con cemento, tali forniture e lavorazioni verranno compensate a parte.

Il letto di posa sarà misurato a volume considerando la sezione di posa di progetto e lo stesso sviluppo indicato per le tubazioni.

### **12.1.2.3 Pozzetti**

#### **12.1.2.3.1 Materiali**

I pozzetti di previsto impiego per ispezione, incrocio e salto nei sistemi di drenaggio e fognatura bianca del corpo stradale sono:

- pozzetti prefabbricati in c.a.v.;
- pozzetti in PE strutturato.

#### Pozzetti prefabbricati in c.a.v.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il calcestruzzo, così come i diversi materiali componenti (aggregati, acqua d'impasto, additivi, aggiunte, nonché acciaio di armatura e fibre di acciaio) dovranno essere conformi a quanto stabilito nella norma UNI EN 1917.

Il calcestruzzo, realizzato con cemento ad alta resistenza ai solfati, avrà Rck non inferiore a 40 MPa.

Le guarnizioni di tenuta tra i diversi elementi del prefabbricato, incorporate nel giunto in fase di prefabbricazione ovvero fornite unitamente al manufatto da parte del fabbricante, saranno conformi alla UNI EN 681-1.

I pozzetti dovranno essere atti a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

Essi dovranno inoltre tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'all. 4 dei "Criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lett. B), D), E), della L. 10.5.1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

In caso di presenza di scale per l'accesso al fondo, i gradini saranno in tondino di acciaio rivestito in polipropilene antisdrucchiolo o verniciato antiruggine, opportunamente bloccati nella parete con malta espansiva.

#### Pozzetti in PE strutturato

I pozzetti in polietilene strutturato saranno certificati dal marchio IIP UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici e conformi alle norme UNI EN 13598-1 e prEN 13598-2 per quanto riguarda caratteristiche dei materiali costituenti e delle guarnizioni, caratteristiche generali, geometriche e meccaniche e requisiti prestazionali.

I pozzetti dovranno essere idonei a sopportare le spinte del terreno e del sovraccarico stradale in ogni loro componente (elemento di base, elementi di prolunga, elemento terminale).

I pozzetti potranno essere con elemento di base stampato, costituiti da:

- elemento di base in PEMD stampato, predisposto per l'innesto delle tubazioni;
- elementi intermedi in PEAD strutturato;
- elemento terminale in PEMD, con eventuale riduzione.

ovvero ricavati da tubo in PEAD strutturato mediante saldatura (secondo le prescrizioni dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura).

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La giunzione tra i diversi elementi dei pozzetti con elemento di base stampato sarà realizzata per saldatura (secondo le prescrizioni dell'I.I.S. Istituto Italiano di Saldatura) o guarnizione in gomma EPDM; pure in gomma EPDM saranno gli innesti delle tubazioni afferenti al pozzetto.

**12.1.2.3.2 Posa in opera**

La posa in opera dei pozzetti avverrà previa preparazione del piano di posa mediante regolarizzazione, costipamento e realizzazione di un allettamento in calcestruzzo magro.

Il riempimento laterale verrà eseguito per strati, compattando il materiale; si curerà di procedere uniformemente su tutti i lati, in modo da non provocare spinte asimmetriche.

**12.1.2.3.3 Controlli ed accettazione**Generalità

I materiali da impiegare dovranno essere prodotti secondo un sistema di gestione della qualità aderente alle norme UNI EN 9001.2000, certificato da un organismo certificatore operante in conformità con le norme UNI EN 45012.

L'accettazione dei materiali sarà subordinata alla verifica della marcatura e della documentazione di cui al successivo par. 16.3.3.2.

Marcatura e documentazione

Ogni elemento di pozzetto o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 1917 per i pozzetti in c.a.v. e UNI EN 13598-1 e prEN 13598-2, rispettivamente per quelli in PE strutturato.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

**12.1.2.3.4 Controlli in cantiere**

I controlli in cantiere (compreso il collaudo idraulico in opera) saranno effettuati contestualmente a quelli delle tubazioni, secondo quanto indicato al par. 19.2.4.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**12.1.2.3.5 Norme di misurazione**

I pozzetti prefabbricati saranno misurato a numero secondo le dimensioni.

Gli articoli di Elenco prezzi comprendono ogni onere per trasporto, scarico, movimentazione nell'ambito del cantiere, posa in opera, collegamento e sigillatura delle tubazioni, controllo idraulico ed ogni altra opera per ottenere un pozzetto perfettamente funzionante ed a tenuta, esclusi solo lo scavo, il calcestruzzo magro di sottofondazione.

**12.1.2.4 Dispositivi di chiusura e di coronamento dei pozzetti****12.1.2.4.1 Definizioni**

Si definiscono:

- dispositivo di chiusura: parte del pozzetto di ispezione costituita da un telaio e da un coperchio e/o una griglia;
- dispositivo di coronamento: parte del pozzetto di raccolta costituita da un telaio e da una griglia e/o un coperchio;
- telaio: elemento fisso di un dispositivo di coronamento o di chiusura, destinato all'alloggiamento ed al sostegno di una griglia o di un coperchio;
- griglia: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che consente il deflusso dell'acqua nel pozzetto di raccolta;
- coperchio: elemento mobile di un dispositivo di coronamento o di chiusura, che copre l'apertura del pozzetto di raccolta o di ispezione.

**12.1.2.4.2 Materiali**

I dispositivi di chiusura e di coronamento possono essere fabbricati con:

- ghisa a grafite lamellare;
- ghisa a grafite sferoidale;
- acciaio in getti;
- acciaio laminato (non per le griglie);
- abbinamento di uno dei precedenti materiali con calcestruzzo (non per le griglie);
- calcestruzzo armato (non per le griglie).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le caratteristiche di spessore e protezione dalla corrosione per l'acciaio laminato saranno quelle stabilite nella norma UNI EN 124.

Per tutti i materiali la qualità e le prove sono stabilite nelle rispettive norme di unificazione richiamate nella UNI EN 124.

Le caratteristiche dimensionali (fessure e fori di aerazione, apertura di accesso, profondità di incastro, giochi tra le diverse parti, telaio) ed i requisiti costitutivi (sedi, protezione degli spigoli, sistemi di fissaggio, di sbloccaggio e di rimozione, tenuta) saranno conformi alle prescrizioni della norma UNI EN 124.

#### **12.1.2.4.3 Posa in opera**

A pozzetto ultimato, il coronamento di questo sarà leggermente scarificato, in modo che la superficie ruvida così ottenuta favorisca l'adesione della malta cementizia che costituirà il letto di appoggio del telaio.

Prima della posa in opera la superficie di appoggio dovrà essere convenientemente pulita e bagnata.

Per la preparazione e la stesa della malta si osserveranno le istruzioni indicate dal fabbricante.

Lo spessore di malta sarà compreso tra 2 e 3 cm.

Qualora occorressero spessori maggiori, si dovrà ricorrere, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio con  $R_{ck} = 30$  MPa opportunamente armato, oppure all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio prefabbricato; in nessun caso potranno essere inseriti sotto il telaio, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, schegge o frammenti di mattoni.

Il telaio sarà posizionato planimetricamente in modo che la sua luce coincida con quella del pozzetto, ed altimetricamente in modo che la superficie superiore del dispositivo si trovi, a lavoro ultimato, alla quota della pavimentazione finita (tenuto conto degli eventuali inviti per i pozzetti esterni alle corsie di traffico).

Il fissaggio nella malta sarà eseguito senza sbavature sulla superficie di appoggio del coperchio nel telaio, e lasciando liberi almeno gli ultimi 3 cm superiori del bordo del telaio, per permettere la rifinitura a livello del manto stradale.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel caso che, in conseguenza di assestamenti sotto carico o di altre cause, si dovesse provvedere al ricollocamento in quota del telaio, quest'ultimo dovrà essere rimosso ed i resti di malta indurita completamente asportati. Si procederà quindi al ricollocamento con le modalità precedentemente descritte.

Il chiusino non sarà transitabile per il tempo necessario alla maturazione dei materiali impiegati, in funzione della temperatura e dell'umidità ambientali.

Per altri aspetti di dettaglio si farà riferimento alle specifiche del fabbricante.

**12.1.2.4.4 Controlli ed accettazione**

Ogni elemento o, ove ciò non fosse possibile, ogni unità di imballaggio, dovrà recare la marcatura CE, conforme alle disposizioni delle norme UNI EN 124.

Per ogni partita l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori la dichiarazione di conformità ed i relativi allegati ai sensi delle norme citate.

Su richiesta della Direzione Lavori l'Appaltatore dovrà altresì prestarsi all'esecuzione di prove supplementari del tipo stabilito dalla norma, nel numero massimo di quelle da effettuarsi come controllo periodico della produzione.

**12.1.2.4.5 Controlli in cantiere**

A posa effettuata e prima dell'esecuzione della pavimentazione verrà eseguito un controllo topografico mirato ad accertare il corretto posizionamento del dispositivo in relazione alle quote di progetto della pavimentazione finita.

A pavimentazione completata verrà eseguito un ulteriore controllo.

In caso di un risultato negativo delle verifiche, la Direzione Lavori disporrà i provvedimenti per la correzione dei difetti riscontrati, sino alla demolizione del già eseguito ed al rifacimento a carico dell'Appaltatore.

**12.1.2.4.6 Norme di misurazione**

I dispositivi di coronamento saranno contabilizzati per m<sup>2</sup> di superficie, per kg di peso o a numero, secondo il tipo.

**12.1.2.5 Canalette**

Le canalette saranno in elementi prefabbricati in lamiera di acciaio ondulata e zincata, oppure in conglomerato cementizio o fibrocemento.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M. 167-70 e AASHTO M. 36-70, con contenuto di rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40 % spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI, carico unitario di rottura non minore di 34 Kg/mm<sup>2</sup> e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

Nella posa in opera saranno compresi i raccordi, i tiranti, i profilati di raccordo, la bulloneria ed ogni altro onere per l'esecuzione del lavoro.

**12.1.2.5.1 Canalette ad embrici**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente RCK  $\geq 25$  MPa, in elementi di 50/40 x50x20 cm e spessore 5 cm, secondo i disegni tipo di progetto.

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Appaltatore avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

L'elemento al piede della canaletta, quando il fosso di guardia non è rivestito e manca l'ancoraggio, dovrà essere bloccato mediante due tondini in acciaio del diametro 24 mm e lunghezza non inferiore a 80 cm, infissi nel terreno per almeno 60 cm, in modo che sporgano almeno 20 cm. Ancoraggi analoghi dovranno essere infissi ogni tre elementi di canaletta per impedire il loro slittamento a valle. In sommità la canaletta dovrà essere raccordata alla pavimentazione mediante apposito invito in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

**12.1.2.6 Cunette**

La formazione di cunetta potrà avvenire con elementi prefabbricati, aventi le caratteristiche prescritte dal progetto, formate con conglomerato cementizio, con armatura idonea alla dimensione degli elementi.

Questa opera comprenderà la regolarizzazione del piano di posa, la fornitura degli elementi prefabbricati, la sigillatura dei giunti con malta cementizia e quanto altro necessario per dare i lavori finiti.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per tutti i manufatti in elementi prefabbricati di conglomerato cementizio vibrato e/o centrifugato, il controllo della resistenza del conglomerato sarà eseguito a cura e spese dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, prelevando da ogni partita un elemento dal quale ricavare quattro provini cubici da sottoporre a prove di compressione presso un laboratorio indicato dalla stessa Direzione Lavori.

(Ogni partita composta di 200 elementi per tubazioni, pozzetti e cordonature di 500 elementi per canalette, mantellate, cunette e fossi).

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore.

Qualora la resistenza risultante dalle prove sia inferiore al valore richiesto, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

Tassativamente si prescrive che ciascuna partita sottoposta a controllo non potrà essere posta in opera fino a quando non saranno noti i risultati positivi delle prove.

#### **12.1.2.7 Cunicoli**

La costruzione di cunicoli drenanti, aventi sezione all'interno del rivestimento, non superiore a 30 m , potrà avvenire con perforazione sia a mano che meccanica in terreni di qualsiasi natura durezza e consistenza, compresi gli oneri per la presenza e lo smaltimento di acqua di qualsiasi entità e portata; compresi gli oneri per tutte le puntellature, armature e manto di qualsiasi tipo, natura, ed entità.

Nella esecuzione del lavoro si potranno adottare gli stessi sistemi di scavo utilizzati per le gallerie, quali l'impiego di centinature, semplici o accoppiate, costituite da profilati o da strutture reticolari in ferro tondo, se del caso integrate da provvisorie puntellature intermedie; il contenimento del cielo o delle pareti di scavo con elementi prefabbricati in conglomerato cementizio con conglomerato cementizio lanciato a pressione con l'eventuale incorporamento di rete e centine metalliche; l'impiego di ancoraggi e bullonaggi, marciavanti e lamiera metalliche; l'uso di attrezzature speciali e di altre apparecchiatura meccaniche ed in genere qualsiasi altro metodo di scavo a foro cieco. Per l'esecuzione degli scavi in presenza di terreni particolarmente compatti, roccia dura da mina o grossi trovano, potrà essere consentito l'uso delle mine ma con cariche modeste e alloggiate in fori di profondità adeguatamente limitata, previa autorizzazione delle competenti autorità.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per quanto concerne le prescrizioni per gli scavi in sotterraneo e per il rivestimento in conglomerato delle pareti di scavo, valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni di cui alla sezione "Gallerie" del presente Capitolato.

**12.1.2.8 Rivestimento per cunette e fossi di guardia****12.1.2.8.1 In elementi**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, armato con rete di acciaio a maglie saldate del tipo B450C, in fili del diametro di 6 mm e del peso non inferiore a  $3,00 \text{ Kg/m}^2$ .

Gli elementi dovranno avere forma trapezoidale od a L, secondo i disegni tipo di progetto; lo spessore dovrà essere non inferiore a 7 cm e le testate dovranno essere sagomate ad incastro a mezza piastra; i giunti dovranno essere stuccati con malta dosata a  $500 \text{ kg/m}^3$  di cemento.

Posti in opera su letto di materiale arido perfettamente livellato e costipato avendo cura che in nessun punto restino vuoti che potrebbero compromettere la resistenza della struttura.

**12.1.2.8.2 In conglomerato cementizio, gettato in opera**

Il rivestimento di canali, cunette e fossi di guardia, sarà eseguito con conglomerato cementizio di tipo II con  $R_{ck} \geq 30$  MPa, gettato in opera con lo spessore prevista nei disegni di progetto, previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa; la lavorazione prevede anche l'uso delle casseforme, la rifinitura superficiale e sagomatura degli spigoli, la formazione di giunti.

**12.1.2.8.3 In muratura di pietrame**

Il rivestimento di cunette e fossi di guardia può essere eseguito in muratura di pietrame e malta dosata a  $350 \text{ kg/m}^3$  di cemento normale, con lavorazione del paramento a faccia vista e stuccatura dei giunti.

Il rivestimento dello spessore indicato in progetto sarà eseguito previa regolarizzazione e costipamento del piano di posa e predisposizione sullo scavo della malta di allettamento.

**12.1.2.9 Cordonature**

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 30$  MPa, in elementi di lunghezza 1,00 m, di forma prismatica e della sezione indicata in progetto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Gli elementi non dovranno presentare imperfezioni, cavillature, rotture o sbrecciature; dovranno avere superfici in vista regolari e ben rifinite. Verranno posti in opera su platea in conglomerato cementizio del tipo di fondazione avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, interponendo uno strato di malta dosata a  $400 \text{ Kg/m}^3$  di cemento che verrà utilizzata anche per la stuccatura degli elementi di cordonatura.

## 12.2 DIFESE SPONDALI

Il tipo di rivestimento per proteggere dall'erosione le sponde, dipende materiali disponibili, dalle condizioni di stabilità delle sponde e dalla velocità della corrente.

Per sponde inclinate e stabili la protezione potrà essere eseguita in scogliera, naturale o artificiale, a grossa pezzatura, gabbioni di cui al punto 12.1 e/o materassi in pietrame. Qualora oltre alla protezione della sponda, si dovesse rendere necessario assicurare anche la stabilità delle stesse, si utilizzeranno gabbioni e/o materassi in pietrame, paratie, prismi in conglomerato cementizio, palificate, muri di sponda.

### 12.2.1 Prismi in conglomerato cementizio

Dovranno essere in conglomerato cementizio vibrato, avente  $R_{ck} \geq 25$  MPa, in elementi di forma cubica delle dimensioni previste in progetto.

I prismi dovranno presentare facce piane, aspetto compatto e regolarità di forma; la Direzione Lavori rifiuterà quelli che non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra.

Per il controllo della resistenza del conglomerato si procederà secondo le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato, con l'avvertenza che l'Appaltatore non dovrà porre in opera i prismi prima che siano state effettuate le prove per la determinazione della resistenza e prima che la Direzione Lavori abbia terminato le operazioni di conteggio. A questo scopo i prismi dovranno essere costruiti in file rettilinee e parallele.

Nell'eventualità che la casseratura interessi solo le quattro facce laterali del prisma, onde assicurare la regolare conformazione dello stesso anche per la faccia a diretto contatto con il terreno, sarà necessario provvedere prima del montaggio delle casseforme a regolarizzare la superficie di appoggio spianandola e compattandola in modo adeguato.

Il calcestruzzo verrà versato nelle casseforme a strati regolari ed ogni strato sarà accuratamente vibrato

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

in modo da evitare la formazione di vuoti e rendere l'ammasso il più possibile omogeneo e compatto.

Dovranno essere inglobate nel getto idonee armature in acciaio costituenti i ganci per la movimentazione dei prismi. Si potrà procedere alla scasseratura delle pareti laterali non prima che siano trascorse 24 h dal getto.

La rimozione ed il trasporto dei prismi non potrà aver luogo prima che siano trascorsi trenta giorni dalla data del loro confezionamento ed in ogni caso solo previa autorizzazione della Direzione Lavori.

Nel trasporto e nel collocamento in opera si dovrà usare la massima cautela per evitare che i prismi possano essere danneggiati. Prima di iniziare le operazioni di posa l'Appaltatore dovrà in contraddittorio con la Direzione Lavori, procedere al picchettamento della difesa riportando fedelmente sul terreno il tracciato indicato in progetto.

Terminate le operazioni di tracciamento l'Appaltatore potrà provvedere alla realizzazione della difesa procedendo nelle operazioni di posa dei prismi da monte verso valle.

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle sagome di progetto mediante la collocazione di ogni singolo elemento sul piano di appoggio preventivamente regolarizzato.

Ciascun elemento dovrà essere disposto in modo da garantirne una giacitura stabile indipendentemente dalla posa in opera degli elementi adiacenti; i giunti dovranno risultare sfalsati sia in senso longitudinale che in quello trasversale e permettere uno stretto contatto tra gli elementi adiacenti.

### **12.2.2 Massi di roccia**

I massi da impiegare nella costruzione di scogliere dovranno essere inalterabili, tenaci, privi di fratture e piani di scistosità, e il loro peso di volume dovrà essere maggiore o uguale a 25 kN/m, il peso specifico  $p$  dovrà essere maggiore o uguale 26 kN/m ed il grado di compattezza  $C = P/p$  sarà maggiore o uguale 0.95.

Le categorie di massi saranno le seguenti:

- a) Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg
- b) Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg
- c) Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg
- d) Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

e) Massi di V categoria: peso oltre i 4000 kg

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

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

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

Per la classificazione dei massi secondo le categorie di cui sopra, l'Appaltatore dovrà disporre di:

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

Nell'esecuzione dei lavori i massi di maggiore dimensione dovranno essere posti verso l'esterno e quelli di minore dimensione verso l'interno, cosicché risulti graduale il passaggio dei massi di peso maggiore a quelli di peso minore. Il completamento e la sistemazione delle scogliere dovrà essere effettuato a tutta sagoma, procedendo per tratti successivi che dovranno essere mano a mano completata secondo la sagoma prescritta, in modo da realizzare una perfetta continuità fra i vari tratti.

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

### 12.2.3 Gabbioni

Si realizzeranno in conformità alle indicazioni del punto 1.4.1 della presente Sezione.

### 12.2.4 Materassi in pietrame

Il materasso in pietrame è costituito da una struttura metallica, avente forma parallelepipedica di notevole ampiezza e piccolo spessore, divisa in più celle, costituita da una rete metallica a maglia esagonale a doppia torsione, fortemente zincata ed eventualmente protetta con rivestimento in materiale plastico; tale elemento viene riempito in opera con ciottoli o pietrisco di idonee dimensioni.

Il materasso sarà realizzato da un telo continuo di rete sul quale, alla distanza di 1,00m l'uno dall'altro, verranno inseriti i diaframmi dello stesso tipo di rete in modo tale da formare una struttura cellulare di larghezza da 2,00 m a 3,00 m, il telo continuo servirà per formare sia la base che le pareti laterali dell'elemento, il coperchio sarà costituito da un telo di rete separato da quello di base.

I teli di rete saranno delimitati, esternamente lungo i bordi, da fili di diametro più grosso di quello usato per fabbricare la rete, che rinforzeranno la struttura e faciliteranno, durante la messa in opera, le legature di chiusura delle tasche e di unione degli elementi fra di loro.

La rete metallica a maglia esagonale e doppia torsione sarà realizzata in accordo alle norme UNI 8018, tessuta con trafilato di ferro in accordo alle norme UNI 3598, a forte zincatura, in accordo a quanto previsto dalla Circolare del Consiglio Superiore LLPP n. 2078 del 27.8.62.

Per materassi lavoranti in ambiente marino, oppure in ambienti particolarmente inquinati il filo zincato, prima di essere tessuto, sarà rivestito per estrusione con una guaina continua in PVC di spessore 0.4-0.6 mm.

La pezzatura varierà tra 1 e 1,5-2 volte la dimensione D della maglia della rete.

L'indice di porosità sarà contenuto tra 0.3 e 0.4. Non è richiesto impiego di materiale con caratteristiche particolari, purché non si tratti di materiale gelivo o di marne friabili; è opportuno che il pietrame sia di natura compatta e con peso specifico non inferiore a 2000 Kg/m<sup>3</sup>.

Prima della posa in opera il singolo materasso verrà allestito effettuando le sole legature di unione fra i diaframmi ed i lembi laterali del telo base che costituiscono le pareti dell'elemento.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La linea di piegatura delle pareti laterali sarà ben definita, nella posizione voluta, da un filo metallico di diametro maggiore.

E' preferibile che i singoli elementi di materasso siano allestiti fuori opera, anche quando la scarpata sulla quale si debba eseguire il rivestimento non sia molto inclinata, e ciò per maggiore comodità e per non danneggiare il terreno già livellato.

Dopo aver predisposto sul piano cri posa un certo numero di elementi, già assemblati nella loro forma cellulare, si dovrà procedere a collegati fra di loro con solide cuciture lungo tutti gli spigoli che si vengono a trovare a contatto.

Le legature saranno eseguite passando il filo in modo continuo in tutte le maglie, con un doppio giro ogni due maglie, e il collegamento in opera dei materassi sarà eseguito ad elementi vuoti per rendere più facile tale operazione. Qualora i materassi fossero senza diaframmi, all'interno saranno apposti dei tiranti tra parti opposte. Quindi si procederà alla operazioni di riempimento.

Ultimate tali operazioni si procederà alla chiusura degli elementi utilizzando il singolo coperchio, oppure rete in rotoli ed effettuando le dovute legature di unione sia lungo i bordi laterali che lungo quelli dei diaframmi interni.

Si eseguiranno prima le legature che fissano il coperchio ai bordi laterali dell'elemento, poi quelle che lo collegano ai diaframmi trasversali. Normalmente le scarpate di appoggio si faranno inclinate di 1:1,5 o di 1:2 secondo la natura del terreno, tenendo la pendenza massima in casi di terre vegetali di media consistenza e la minima con quelle argillose.

Qualora si stia procedendo ad un rivestimento d'alveo, il materasso verrà disposto sulle sponde trasversalmente al corso d'acqua e cioè secondo la massima inclinazione delle sponde e perpendicolarmente al filo della corrente.

Questa disposizione non è tassativa; potrà a volte convenire disporre gli elementi in senso longitudinale alla corrente come ad esempio nei rivestimenti del fondo, e, nel caso di corsi d'acqua con notevole velocità, anche nei rivestimenti di sponda; a determinare la scelta fra i due suddetti sistemi interverranno anche la maggior facilità cri posa in opera o ragioni costruttive di varia natura. La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

### 12.2.5 Soglie di fondo

Le soglie di fondo sono strutture trasversali all'alveo e poco emergenti dal fondo, destinate ad evitarne l'approfondimento in quanto costituenti un livello inerodibile nell'alveo stesso.

Saranno preferibilmente scavate sezioni trapezie, e la soglia sarà costituita da pietrame di grossa pezzatura, o si potranno realizzare come platee in calcestruzzo o in gabbioni e/o materassi di pietrame, soprattutto per la difesa di opere particolari, quali pile di ponti o altro, nel qual caso la soglia si prolungherà a monte e a valle dell'opera.

### 12.2.6 Scogliere in massi

Per difendere dalle erosioni provocate dalle acque i tratti del corpo stradale scorrenti lungo zone golenali dei corsi d'acqua od in fregio a questi, potranno essere costruite scogliere costituite da massi naturali oppure da massi artificiali. I massi di pietra naturale per gettate o scogliere devono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente, non alterabile all'azione delle acque, e non presentare piani di sfaldamento o incrinature da gelo. La Direzione Lavori potrà ordinare la prova di resistenza del materiale all'urto, all'abrasione, alla gelività ecc., in base alle norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione, approvate con R.D. 16 novembre 1939, n°2232 e ss.mm.ii.

I massi di pietra naturale per gettate o scogliere, a seconda del peso, saranno divisi nelle seguenti categorie:

- a) pietrame in scapoli del peso singolo compreso fra 5 kg e 50 kg per l'intasamento delle scogliere;
- b) massi naturali di 1<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra 51 kg e 1000 kg;
- c) massi naturali di 2<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra 1001 kg e 3000 kg;
- d) massi naturali di 3<sup>a</sup> categoria del peso singolo compreso fra 3001 kg e 7000 kg.

L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi, gli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie. Le scogliere devono essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni contro gli altri, in modo da costruire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni stabilite dal progetto. Per ciascuna scogliera il Direttore Lavori fissa il volume minimo dei massi, consultando prima le voci di computo e le proporzioni dei massi di volume differente. Se la costruzione della scogliera deve essere eseguita con massi artificiali, questi devono essere formati sul

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

posto d'impiego ogni qualvolta ciò sia possibile, ed in caso diverso in vicinanza del lavoro. I massi artificiali devono essere di calcestruzzo cementizio, della classe stabilita nell'Elenco. Nella formazione dei massi si potrà ammettere che venga impiegato pietrame a ciottoli spaccati, purché in proporzione non maggiore di un quinto del volume del masso stesso, e purché i singoli pezzi risultino ben distribuiti nella massa del calcestruzzo, non si trovino mai a contatto fra loro e siano addentratati, rispetto alle superfici esterne dei massi, di almeno 10 cm. I ciottoli ed il pietrame devono essere ben puliti dalle sostanze terrose ed eterogenee che eventualmente il ricoprivano ed, ove occorra, lavati a grande acqua; quelli non suscettibili di perfetta pulitura saranno rifiutati. La confezione dei massi deve essere attuata secondo le norme generali per le opere in calcestruzzo cementizio; i massi confezionati fuori opera non debbono essere portati al posto d'impiego se non dopo adeguata stagionatura e dopo aver acquistato il grado di resistenza necessario per non subire danneggiamenti durante le operazioni di carico, scarico e collocamento in opera. Inoltre la D.L. potrà richiedere l'installazione di eventuali tubazioni di drenaggio nelle posizioni ritenute più opportune.

### **12.3 MURI DI SOSTEGNO**

Potranno essere realizzati in muratura, in calcestruzzo semplice e/o armato, in gabbioni di pietrame o in elementi prefabbricati. Il comportamento dell'opera di sostegno, intesa come complesso strutture-terreno, deve essere esaminato tenendo conto della successione e delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione e di eventuali materiali di riporto, interessati dall'opera, dalla falda idrica, dai manufatti circostanti, dalle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'opera, dei drenaggi e dispositivi per lo smaltimento delle acque superficiali e sotterranee, nonché delle modalità di esecuzione dell'opera e dell'eventuale rinterro, così come indicato dalle vigenti disposizioni di legge (DM 11.03.1988).

#### **12.3.1 Muri in muratura**

Verranno realizzati mediante l'impiego di muratura di pietrame a secco e/o di pietrame e malta.

Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Murature" del presente Capitolato.

### **12.3.2 Muri in calcestruzzo**

Potranno essere realizzati in calcestruzzo semplice e/o armato. Per ciò che attiene le caratteristiche dei materiali costituenti l'opera si rimanda alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

### **12.3.3 Muri in gabbioni**

Nei muri in gabbioni, i singoli gabbioni componenti saranno saldamente collegati tra loro mediante legature sino a realizzare una struttura monolitica; il dimensionamento verrà condotto con i criteri delle opere di sostegno a gravità. Le caratteristiche dei gabbioni nonché la loro esecuzione si atterranno a quanto prescritto nel punto 1.4.1 del presente Capitolato ed alle indicazioni specifiche, compatibilmente a quelle delle maglie onde ottenere una densità quanto più possibile uniforme; lo spessore dei singoli elementi si manterrà intorno a 0.50 m, e detti elementi si disporranno con il lato più lungo parallelo alla sezione verticale del muro; i muri potranno essere realizzati con gradonatura verso valle, oppure verso monte (staticamente più consigliabile); per altezze superiori ai 3 m non saranno adottati paramenti verticali, ma si inclinerà l'opera a reggipoggio di almeno 6° oppure si realizzeranno adeguate riseghe; per altezze superiori ai 5-6 m si consiglia una gradonatura verso valle.

Per contrastare la deformabilità comunque elevata dell'opera, potranno essere impiegati uno o più ordini di tiranti, il drenaggio a tergo dell'opera sarà effettuato con i consueti metodi; sarà evitata per motivi statici la disposizione a faccia-vista del pietrame sulla facciata esterna, adottabile per motivi estetici solamente in strutture poco sollecitate.

### **12.3.4 Impermeabilizzazione di manufatti cementizi**

S'intendono per «opere d'impermeabilizzazione» quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio d'acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti, controterra, ecc.) o in ogni modo lo scambio igrometrico tra ambienti. Esse si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione d'intercapedini ventilate.

Le impermeabilizzazioni, s'intendono suddivise nelle seguenti categorie:

- a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
- c) impermeabilizzazioni d'opere interrato;
- d) impermeabilizzazioni d'elementi verticali (con risalita d'acqua).

Per la realizzazione delle diverse categorie, si utilizzeranno i materiali e le modalità indicati nei documenti progettuali (si vedano le rispettive voci d'Elenco); ove non siano specificate in dettaglio nel progetto, od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- 1 - per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere artt. 40 e 41 del Capitolato generale del Ministero dei lavori pubblici;
- 2 - per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere art. 46 del Capitolato generale del Ministero dei lavori pubblici;
- 3 - per l'impermeabilizzazione d'opere interrato valgono le prescrizioni seguenti:
  - a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo, si sceglieranno i prodotti che, per resistenza meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di rinterro (che in ogni caso dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni d'insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti nel terreno. Inoltre, durante la realizzazione, si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti per evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti d'infiltrazione;
  - b) per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari del tipo estruse, bugnate o altra tipologia (con o senza la formazione d'interspazi per la circolazione d'aria) si opererà, come indicato nel comma a) circa la resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti d'attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti d'infiltrazione e di debole resistenza meccanica;
  - c) per le soluzioni che adottano intercapedini d'aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua, che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

d) per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche d'impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione si curerà la corretta realizzazione di risvolti e di bordi, nonché di punti particolari, quali passaggi di tubazioni, ecc., in modo da evitare possibili zone d'infiltrazione e/o distacco. La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità d'applicazione, ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità), e quelle di sicurezza saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;

4 - per le impermeabilizzazioni d'elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio d'acqua per capillarità, ecc. Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc., curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo d'estrattori d'umidità per murature, malte speciali ed altri prodotti simili, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione. Per la realizzazione delle opere d'impermeabilizzazione, il Direttore Lavori opererà come segue.

- Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per gli strati più significativi; verificherà altresì che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e in ogni caso con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, utilizzerà semplici metodi da cantiere per verificare le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc..

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi, unitamente alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

#### 12.4 OPERE DI SOSTEGNO IN TERRA RINFORZATA

Potranno essere realizzate mediante l'impiego delle seguenti tipologie di armature: in acciaio laminato; geotessile, geogriglie, etc.

Per quanto riguarda la prima tipologia di rinforzi, questi dovranno essere costituiti da costoloni da un rilevato armato con armature lineari ad alta aderenza in acciaio laminato del tipo S355, di sezione 40x5 mm o equivalente, zincato a caldo in ragione di 5 g/dm<sup>2</sup> e spessore medio 0,07 mm e da un paramento verticale in pannelli prefabbricati di c.a.v., avente Rck ≥30 MPa ed armatura in barre in acciaio B450A controllato in stabilimento.

Il collegamento tra i pannelli e le armature del terrapieno è realizzato con attacchi in acciaio zincato a caldo annegati nel getto dei pannelli e vincolati ai ferri d'armatura del conglomerato cementizio.

I pannelli di paramento, sagomati e disposti come da progetto, alterneranno nelle file di base e di sommità elementi interi con elementi speciali costituiti da semipannelli; in corrispondenza di spigoli e di coronamento suborizzontali dovranno essere impiegati pannelli speciali in misure fuori standard.

I giunti tra i pannelli devono essere attrezzati per permettere un assestamento flessibile in quelli orizzontali ed il passaggio dell'acqua con trattenuta dei materiali fini in quelli verticali.

I giunti orizzontali saranno costituiti pertanto da strati dello spessore di almeno 2 cm di sughero pressato trattato con resine epossidiche.

Quelli verticali da strisce di schiuma di poliuretano a cellule aperte di sezione 4x4 cm.

I pilastri d'angolo e le lastre coprigiunto, in elementi prefabbricati di c.a.v., dovranno avere le stesse caratteristiche dei pannelli e dovranno comprendere i pezzi speciali, gli attacchi e quant'altro necessario.

In aderenza al paramento interno delle lastre dovrà essere fornito e posto in opera in più riprese un rivestimento costituito da un telo in geotessile non tessuto in polipropilene del peso di 350 g/m<sup>2</sup>.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il coronamento in sommità dei pannelli costituenti il paramento verticale sarà realizzato in cemento armato secondo le previsioni di progetto.

Nella formazione del rilevato costituente il terrapieno armato dovranno essere applicate norme e prescrizioni alla sezione "Movimenti di terra" del presente Capitolato.

L'Appaltatore dovrà porre particolare cura alla selezione dei materiali costituenti il rilevato, dovrà effettuare il costipamento in spessori ridotti per la presenza delle armature e con particolari cautele a ridosso del paramento esterno.

#### **12.4.1 Strutture di sostegno a scomparti cellulari**

Costituite da elementi in c.a.v. prefabbricati, atti a formare, mediante sovrapposizione alternata ortogonale, scomparti cellulari da riempire con materiale lapideo sciolto di fiume, di cava o di frantoio, di idonea pezzatura, contenente una percentuale di fino (limo o argilla) variabile dal 10÷15% ed avente peso specifico non inferiore a 1,9 t/m<sup>3</sup>. Gli elementi prefabbricati in c.a.v., di sagomatura come da progetto, dovranno avere  $R_{ck} \geq 35$  MPa ed armatura in barre di acciaio B450A controllato in stabilimento.

La configurazione delle pareti longitudinali potrà essere verticale o a scarpa, a seconda delle indicazioni di progetto. Le caratteristiche geometriche degli elementi in c.a.v. dovranno essere tali da inibire la fuoriuscita del materiale di riempimento; in particolare tutti gli elementi longitudinali formanti il paramento in vista dovranno essere sagomati in modo da presentare verso l'esterno una vaschetta che dovrà essere riempita con terreno agrario ed impiantata con piantine di essenze arbustive, rampicanti e tappezzanti, in ragione di quattro piantine per metro di vaschetta.

La struttura sarà appoggiata su fondazione in cemento armato, che dovrà risultare perfettamente orizzontale; nel caso che il piede della struttura dovesse seguire una pendenza longitudinale, la fondazione dovrà essere eseguita a gradoni, ciascuno di altezza pari o multipla di quella degli elementi.

Durante la realizzazione del muro si dovranno adottare tutti gli accorgimenti necessari per allontanare l'acqua eventualmente presente, in modo da poter eseguire le lavorazioni di posa in opera degli elementi prefabbricati e del terreno agrario all'interno delle vaschette in assenza di acqua.

## 12.5 SPECIFICA DI CONTROLLO

### 12.5.1 Difesa del corpo stradale

#### 12.5.1.1 Gabbioni e Materassi metallici

Prima della messa in opera di ogni partita di gabbioni o materassi metallici giunta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla Direzione Lavori il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato dal produttore, redatto a norma della Circolare del Ministero LL.PP. n. 2078 del 27/08/1962. La Direzione Lavori procederà al collaudo del materiale di ogni partita.

Preliminarmente effettuerà una ricognizione a vista dei gabbioni e/o dei materassi per controllare che nei punti di torsione della rete lo zinco non presenti sollevamento o screpolature.

Nel caso che tali anomalie fossero presenti in più del 10% delle verifiche, la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Procederà quindi al prelevamento di campioni di filo, ciascuno della lunghezza di almeno 40 cm, in ragione di almeno un campione ogni 100 gabbioni o materassi ed un campione ogni lo matasse di filo per cuciture, per determinare la quantità di zinco presente, espressa in grammi per metro quadrato di superficie zincata, che dovrà risultare uguale o superiore ai valori riportati nella tabella che segue:

Diametro dei fili	quantità di zinco (per m <sup>2</sup> di superficie zincata)
1,8 mm	240 g
2,0 mm	
2,2 mm	
2,4 mm	260 g
2,7 mm	
3,0 mm 3,4 mm	270 g
3,8 mm ed oltre	290 g

Metà di ciascun campione verrà sottoposto a prova per verificare il peso unitario dello strato di zinco mediante differenza di massa tra il campione zincato e lo stesso dopo la dissoluzione dello strato di zincatura.

sull'altra metà dovranno essere eseguite prove per verificare l'uniformità dello spessore dello strato di zincatura mediante cinque immersioni in una soluzione di solfato di rame e

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

acqua distillata, senza che compaiono sul ferro depositi di rame aderente. Entrambe le prove dovranno essere effettuate, a cura e spese dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, presso i Laboratori indicati dalla stessa Direzione Lavori, nel rispetto della Norma UNI 4007/78.

Qualora il peso unitario dello strato di zinco risulti inferiore a quello indicato in tabella in più del 20% dei campioni e l'uniformità dello strato risulti carente in eguale misura, la partita sarà rifiutata e l'Appaltatore dovrà allontanarla dal cantiere a sua cura e spese.

Del pari la partita sarà rifiutata in assenza od incompletezza del certificato di collaudo e garanzia che il produttore deve rilasciare per ogni partita.

Per quanto riguarda il pietrame, si che le caratteristiche del materiale da fornire, rispondano ai requisiti prescritti per questo materiale dal Capitolato di Costruzione, come di seguito dettagliato:

- non gelivo, alla prova eseguita secondo le Norme del R.D. 1 6/11/39 n. 2232.
- non friabile,
- non dilavabile,
- di buona durezza,
- di peso specifico rilevante (maggiore di 2000 Kg/m<sup>3</sup> per i materassi)

Le prove sulle suddette caratteristiche saranno eseguite nel laboratorio di cava, o in altro laboratorio e i relativi certificati saranno vistati dalla DL. Le prove in corso di fornitura saranno eseguite su lotti quantitativamente definiti dalla DL, in funzione delle caratteristiche della cava e del materiale e delle dimensioni del massi e delle opere da realizzare.

Durante l'esecuzione dei lavori saranno effettuate le seguenti verifiche:

Verifica dell'esistenza del certificato di analisi della pezzatura del pietrame.

Questa deve essere compresa tra 1÷1.5 volte la dimensione massima della maglia della rete impiegata, salvo quanto diversamente specificato nei progetto, e sarà specificata nell'ordine di fornitura alla cava.

Questa prova sarà eseguita in cava e ne dovrà essere redatto apposito certificato accompagnante ogni lotto di fornitura.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- e) verifica che le modalità operative di riempimento del materiale consentano di ottenere un indice di porosità rientrante nei valori di riferimento:  $0,3 \div 0,4$ .

La prova sarà effettuata, prima dell'inizio dei lavori, utilizzando il laboratorio di cantiere, su un campione per ogni tipo di gabbione o materasso da utilizzare.

In corso d'opera saranno eseguiti controlli giornalieri sull'applicazione della procedura operative per la posa in opera dei materiali:

- a) verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, della conformità delle legature dei gabbioni e dei materassi a quanto prescritto dal presente Capitolato Speciale, sia sui singoli elementi che sugli accoppiamenti e sulle inserzioni di diaframmi di rinforzo.
- b) verifica a spot, sul lotto giornaliero di lavori, dell'inserimento di tiranti tra le pareti opposte di ogni singolo elemento di gabbione, nel caso che questo non sia munito di diaframmi intermedi.

### **12.5.2 Opere in pietrame: controlli dei massi e loro posizionamento**

Si dovranno effettuare prima della loro posa in opera, seguenti controlli:

- a) classificazione mediante pesatura a spot, con la bascula disponibile in cantiere, e suddivisione dei massi in base alle categorie riportate al punto 12.2.2 del presente Capitolato. Ogni mucchio dovrà riportare chiare indicazioni sulla classe dei massi in esso contenuti.
- b) Verifica dell'assenza di rotture o lesioni, da effettuare a spot per i massi fino alla terza categoria e su ogni singolo, masso per le categorie superiori.
- c) Controllo che venga rispettato il posizionamento dei massi secondo le dimensioni, così come prescritto dal presente Capitolato e la ripartizione proporzionale delle varie categorie prescritta dal progetto.
- d) Provvedere all'eliminazione incondizionata di tutti i massi che, durante la posa, dovessero cadere fuori sagoma.

L'attuazione dei controlli suddetti, dovrà essere effettuata almeno sul lavoro svolto giornalmente.

### **12.5.3 Muri di sostegno**

Le strutture di sostegno e contenimento in elementi prefabbricati dovranno essere realizzate secondo gli elaborati esecutivi di progetto, redatti nel rispetto delle norme emanate in PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

applicazione dell'art. 21 della Legge 05/11/1971 n° 1086 (D.M. 09.01.96 e successivi aggiornamenti) e di quelle emanate in applicazione della Legge 02/02/1974 no 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti).

La Direzione Lavori, dopo che il Progettista avrà preso visione dei documenti di cui all'art. 9 della legge n°1086 e avrà verificato la previsione di utilizzazione del manufatto prefabbricato e il suo organico inserimento nel progetto, autorizzerà l'Appaltatore a porre in opera la struttura prefabbricata.

Nella realizzazione dei componenti in conglomerato cementizio vibrato semplice od armato, normale o precompresso, nonché per gli acciai di armatura dovranno essere rispettate le prescrizioni di cui alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato i geotessili dovranno rispondere alle caratteristiche di cui ai punti 2.6 della sezione "Materiali" del presente Capitolato.

Per tutte le strutture di sostegno e contenimento di cui al presente punto, gli oneri di brevetto nonché quelli relativi ai calcoli di progetto dei muri prefabbricati sono a carico dell'Appaltatore.

Quando previsto in progetto, i muri avranno paramento a faccia vista realizzato con lastre in pietra di Luserna o porfido, dello spessore non inferiore a 2 cm, disposte secondo le indicazioni di progetto ed inglobate nel getto.

Relativamente agli scavi di fondazione, l'Appaltatore dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Appaltatore.

#### **12.5.3.1 Muri di sostegno in pannelli di c.a.v.**

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 10%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea di base in conglomerato cementizio armato, gettata in opera.

Muri di altezza superiore a 5,0 m dovranno avere le costolature collegate con la platea di base mediante tiranti prefabbricati in c.a.v.; la cerniera tra tirante e costolatura del pannello dovrà essere sigillata con malta reoplastica premiscelata a ritiro compensato.

I pannelli dovranno avere lo spessore ai bordi non inferiore a 10 cm e dovranno presentare la faccia in vista piana e ben rifinita, con gli spigoli arrotondati. Difetti di planarità, verificati

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

con un regolo della lunghezza di 4 m, superiori a 5 mm comporteranno automaticamente il rifiuto del pannello che l'Appaltatore dovrà allontanare dal cantiere a sua cura e spese.

Al piede dei pannelli dovrà essere realizzato un bordino di rifinitura in malta cementizia.

Nei giunti verticali fra i pannelli dovranno essere inseriti profilati in PVC di idonea sagomatura, atti a trattenere materiali di granulometria superiore a 0,5 mm ed aventi superfici dei fori e/o fessure non inferiore a 50 cm per metro quadrato di pannello per consentire un facile drenaggio delle acque presenti nel rilevato.

Il conglomerato cementizio dei pannelli e dei tiranti prefabbricati dovrà avere  $R_{ck} \geq 35$  MPa; quello per la platea gettato in opera dovrà avere  $R_{ck} \geq 30$  MPa; l'acciaio di armatura dovrà essere del tipo B450A controllato in stabilimento.

Particolari cautele dovranno essere adottate nel compattamento del rilevato a ridosso dei pannelli facendo eventualmente ricorso anche a pestelli pneumatici per non danneggiare le strutture.

Relativamente agli scavi, l'Appaltatore dovrà rispettare rigorosamente i disegni di progetto; eventuali eccedenze dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a sua cura e spese.

### **12.5.3.2 Muri di sostegno in pannelli di c.a.p.**

Costituiti da pannelli in c.a.p. prefabbricati, posti in opera in posizione verticale entro fondazione in c.a.; per muri di altezza superiore a 3,00 m, i pannelli vengono ancorati al rilevato retrostante mediante geotessili tessuti in polipropilene rinforzato con cavetti in acciaio.

I pannelli dovranno essere monolitici a tutta altezza, di larghezza standard 2,40 m, con superficie in vista concava a profilo circolare e spessore variabile dai 26 cm ai bordi e 16 cm in mezzzeria, rifinita mediante getto su matrici in gomma.

I bordi laterali dei1 pannelli, finiti come da progetto, dovranno essere rinforzati con inserti metallici in acciaio zincato, sagomati in modo da costituire giunto a maschio e femmina che garantisca complanarità al paramento del muro. In corrispondenza di ciascun giunto dovrà essere creato un drenaggio verticale protetto da geodreno di dimensioni minime 10x1,5 cm, con scarico verso l'esterno al piede.

I geotessili di ancoraggio, che hanno una estremità annegata nel getto dei pannelli e sono posizionati nel numero ed alle quote previste in progetto, vengono stesi ed inglobati nei

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

rilevati mano a mano che procede la loro formazione. Particolare cura dovrà essere posta nel costipamento del rilevato al di sopra dei geotessili di ancoraggio in modo da poter garantire un'adeguata efficacia degli stessi ancoraggi. Il conglomerato cementizio dei pannelli dovrà avere  $R_{ck} \geq 45$  MPa; l'acciaio per l'armatura lenta dovrà essere del tipo B450A controllato in stabilimento; i trefoli di precompressione dovranno essere formati con fili aventi  $f_p(1) \geq 1670$  MPa e  $f_{ptk} \geq 1865$  MPa.

**12.5.3.3 Muri di controripa in pannelli di c.a.v.**

Costituiti da pannelli in c.a.v. prefabbricati, disposti verticalmente o con scarpa fino al 15%, secondo le previsioni di progetto, irrigiditi nella parte interna da una costolatura estendentesi per l'intera altezza del pannello e da una platea in conglomerato cementizio armato gettato in opera.

La platea gettata in opera, nel caso dei muri di controripa, è posta in posizione rialzata rispetto alla base dei pannelli per cui in questo tipo di muri, rispetto a quelli di sostegno, non vi sono tiranti di collegamento tra pannelli e platea. Per quanto riferentesi a caratteristiche dei pannelli, bordino al piede, giunti tra i pannelli, classe dei conglomerati cementizi, tipo dell'acciaio di armatura, cautele esecutive, si richiama integralmente il contenuto del precedente punto 12.5.3.2, ribadendo, in particolare, che eventuali eccedenze di scavo dovranno essere colmate con getti di conglomerato cementizio a cura e spese dell'Appaltatore.

**12.5.3.4 Muri di sostegno in muratura**

Per quanto riguarda le opere di sostegno in muratura di pietrame, si dovrà verificare che il materiale impiegato, soddisfi i requisiti riportati nella sezione "Murature" del presente Capitolato.

Durante la posa in opera si dovrà verificare che vengano soddisfatte le prescrizioni riportate al punto 12.3.4.4 del presente Capitolato.

**12.5.3.5 Muri di sostegno in calcestruzzo**

Per quanto riguarda i calcestruzzi e gli acciai di armatura valgono le prescrizioni riportate alla sezione "Calcestruzzi" del presente Capitolato.

**12.5.3.6 Muri di sostegno In elementi prefabbricati (c.a.v., c.a.p.)**

Per l'accettazione ed i controlli di qualità di questi manufatti, era in particolare di quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni delle Norme Tecniche emanate in applicazione PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dell'art.21 della Legge 05/11/1971 n. 1086 (D.M. 9/01/1996 e successivi aggiornamenti), delle Norme Tecniche emanate in applicazione degli artt. 1 e 3 della Legge 02/02/1974 n. 64 (D.M. 03/12/1987 e successivi aggiornamenti), delle Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati".

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della Legge 5/11/1971 n. 1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d) del citato decreto nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Sui manufatti saranno effettuati controlli, a cura dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, sulla resistenza del calcestruzzo, prelevando da ogni lotto almeno un manufatto dal quale ricavare, mediante carotaggio o taglio con sega a disco, quattro provini da sottoporre a verifica della resistenza a compressione.

Qualora la resistenza media a compressione dei quattro provini risultasse inferiore a quella richiesta e comunque non al di sotto del 90% della stessa, alla partita sarà declassata del 10% del valore verrà applicata una penale con le medesime modalità previste dall'art.15; qualora risultasse inferiore ai 90% della resistenza richiesta, la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere.

In facoltà della Direzione Lavori sottoporre a controllo, a cura dell'Appaltatore, anche altri manufatti oltre il primo, sui quali verificare anche:

- il rispetto dei copriferro, previsto in un minimo di 2 cm;
- eventuali difetti superficiali e di finitura;
- la resistenza a compressione tramite prova pull out con tasselli Fischer.

**12.5.3.7 Muri di sostegno terra rinforzata**

Per quanto riguarda questa tipologia di opere, si richiede che i materiali impiegati e le loro modalità di posa in opera, soddisfino i requisiti indicati nella Sez. "Materiali" del presente Capitolato.

## **CAPITOLO 13.: OPERE IN VERDE**

---

### **13.1 OPERE IN VERDE**

Le scarpate in rilevato od in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde, dovranno essere rivestite con manto vegetale appena ultimata la loro sistemazione superficiale.

Eventuali erosioni, solcature, buche od altre imperfezioni dovranno essere riprese con terreno agrario, riprofilando le superfici secondo le pendenze di progetto; dovrà essere curata in modo particolare la conservazione ed eventualmente la sistemazione delle banchine dei rilevati.

Tutte le superfici dovranno presentarsi perfettamente regolari, eliminando anche eventuali tracce di pedonamento.

#### **13.1.1 Fornitura e sistemazione di terreno vegetale nelle aiuole**

Il terreno vegetale dovrà avere caratteristiche fisiche e chimiche atte a garantire un sicuro attecchimento e sviluppo di colture erbacee, arbustive od arboree.

Dovrà risultare di reazione neutra, sufficientemente dotato di sostanza organica e di elementi nutritivi, di medio impasto, privo di pietre, ciottoli, detriti, radici, erbe infestanti.

Dovrà provenire da scotico di terreno a destinazione agraria, fino alla profondità massima di un metro.

Qualora il prelievo venga fatto da terreni non coltivati, la profondità di prelevamento dovrà essere contenuta allo strato esplorato dalle radici delle specie erbacee presenti ed in ogni caso non dovrà superare il mezzo metro.

L'Appaltatore prima di effettuare il prelevamento e la fornitura della terra, dovrà darne avviso alla Direzione Lavori, affinché possano venire prelevati, in contraddittorio, i campioni da inviare ad una stazione di chimica agraria riconosciuta, per le analisi di idoneità del materiale secondo i metodi ed i parametri normalizzati di analisi del suolo, pubblicati dalla Società Italiana della Scienza del Suolo -S./S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

#### **13.1.2 Rivestimento delle scarpate**

Rivestimento di scarpate in rilevato ed in scavo, dovrà essere eseguito mediante semina, rimboschimento o ricopertura con materiali idonei.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**13.1.2.1 Preparazione del terreno**

Dopo regolarizzazione ed eventuale riprofilatura, le scarpate in rilevato dovranno essere preparate per il rivestimento mediante una erpicatura poco profonda, eseguita con andamento climatico favorevole e con terreno in tempera (40-50 % della capacità totale per l'acqua). In questa fase l'Appaltatore dovrà avere cura di portare a compimento tutte quelle opere di regolazione idraulica prevista in progetto, che rappresentano il presidio e la salvaguardia delle scarpate.

Sulle scarpate in scavo, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di rimboschimento con semenzali o impianti di talee.

**13.1.3 Concimazioni**

L'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà effettuare le analisi chimiche dei terreni per poter definire la conciliazione di fondo, che di norma è costituita da concimi minerali somministrati nei seguenti quantitativi:

- concimi fosfatici titolo medio 18%: 0,80 t/ha
- concimi azotati titolo medio 16% : 0,40 t/ha;
- concimi potassici titolo medio 40% : 0,30 t/ha.

E' facoltà della Direzione Lavori, in relazione ai risultati delle analisi dei terreni ed inoltre per esigenze particolari, variare le proporzioni di cui sopra senza che l'Appaltatore possa chiedere alcun compenso.

Qualora il terreno risultasse particolarmente povero di sostanza organica, parte dei concimi minerali potrà essere sostituita da terricciati o da letame ben maturo, da spandersi in modo uniforme sul terreno, previa rastrellatura e miscelazione del letame con la terra.

Ogni eventuale sostituzione dovrà essere autorizzata dalla Direzione Lavori.

L'uso dei concimi fisiologicamente alcalini, o fisiologicamente acidi, sarà consentito in terreni a reazione anomala, e ciò in relazione al pH risultante dalle analisi chimiche.

Oltre alla conciliazione di fondo, l'Appaltatore dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura, impiegando concimi complessi e tenendo comunque presente che lo sviluppo della vegetazione dovrà avvenire in modo uniforme.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le modalità delle concimazioni di copertura non vengono precisate, lasciandone l'iniziativa all'Appaltatore, la quale è anche interessata all'ottenimento della completa copertura del terreno nel più breve tempo possibile ed al conseguente risparmio dei lavori di risarcimento, diserbo, sarchiatura, ripresa di smottamenti ed erosioni, che risulterebbero certamente più onerosi in presenza di non perfetta vegetazione, come pure ad ottenere uno sviluppo uniforme e regolare degli impianti a verde. I concimi usati per le concimazioni di fondo e di copertura, dovranno essere forniti nelle confezioni originali di fabbrica, risultare a titolo ben definito e, nel caso di concimi complessi, a rapporto azoto-fosforo-potassio precisato.

Da parte della Direzione Lavori sarà consegnato all'Appaltatore un ordine di servizio nel quale saranno indicate le composizioni delle concimazioni di fondo, in rapporto al pH dei terreni.

Prima di effettuare le concimazioni di fondo, l'Appaltatore è tenuta a darne tempestivo avviso alla Direzione Lavori affinché questa possa disporre eventuali controlli.

Lo spandimento dei concimi dovrà essere effettuato esclusivamente a mano, con impiego di personale pratico e capace, per assicurare uniformità nella distribuzione.

Per le, scavo eventualmente rivestite con semenzali o talee, la concimazione potrà essere localizzata.

#### **13.1.4 Semine**

Le superfici da rivestire mediante semina, secondo le previsioni di progetto, dovranno essere preparate come descritto al precedente punto; la concimazione come descritta al precedente punto, dovrà essere effettuata in due tempi: all'atto della semina dovranno essere somministrati i concimi fosfatici e potassici; i concimi azotati dovranno essere somministrati a germinazione avvenuta.

Si procederà quindi alla semina di un miscuglio di erbe da prato perenni con l'impiego di 200 kg di seme per ettaro di superficie.

Nella tabella che segue è riportata la composizione di cinque miscugli da impiegare a seconda delle caratteristiche dei terreni e delle particolari condizioni climatiche e/o ambientali.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Specie	Tipo di Miscuglio				
	A	B	C	D	E
	Kg di seme per ettaro				
Lollum Italcum		38	23	50	
Lolium Perenne		38	23	50	
Arrhenatherum Etatius	50				33
Dactylis Glomerata	5	42	23	20	
Trisetum Plavescens	12	8	5		
Festuca Pratensis			47	33	
Festuca Rubra 1	17	12	15	10	
Festuca Ovina					10
Festuca Heterophylla					15
Phleum Pratense		12	12	20	
Alopecurus Fratensis		20	18	26	
Cynosurus Crlstatus					5
Poa Pratensis	5	38	30	7	3
Agrostis Alba		10	7	7	
Antoxanthum odoratum					2
Bromus Erectus					25
Bromus Inermis	66				20
Trifolium Pratense	13	8	10	7	
Trifolium Repens -		12	7		
Trifolium Hlbrldum				10	
Medicago Lupolina	5				10
Onobrychis Saliva					67
Antillis Vulneraria	17				5
Lotus Cornicolatus	10		3	10	5
Sommano kg	200	200	200	200	200

Di seguito si riporta lo schema della compatibilità dei miscugli con i vari tipi di terreno:

Tipo di Miscuglio	Caratteristiche dei Terreni
Miscuglio A	Terreni di natura calcarea, piuttosto sciolti, anche con scheletro grossolano;
Miscuglio B	Terreni di medio impasto, tendenti al leggero, fertili;
Miscuglio C	Terreni di medio impasto, argillo-silicei, fertili;
Miscuglio D	Terreni pesanti, argillosi, piuttosto freschi
Miscuglio E	Terreni di medio impasto, in clima caldo e secco

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'Appaltatore dovrà comunicare alla Direzione Lavori la data della semina, affinché possano essere fatti i prelievi dei campioni di seme da sottoporre a prova e per il controllo delle lavorazioni.

L'Appaltatore è libera di effettuare le operazioni di semina in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenisse in modo regolare ed uniforme. La semina dovrà essere effettuata a spaglio a più passate per gruppi di semi di volumi e peso quasi uguali, mescolati fra loro e ciascun miscuglio dovrà risultare il più possibile omogeneo.

Lo spandimento del seme dovrà effettuarsi sempre in giornate senza vento. La ricopertura del seme dovrà essere fatta mediante rastrelli a mano con erpice a sacco. Dopo la semina il terreno dovrà essere rullato e l'operazione dovrà essere ripetuta a germinazione avvenuta.

#### **13.1.4.1 Idrosemina**

Dopo che le superfici da rivestire saranno state preparate come descritto al precedente punto 13.1.2.1 del presente Capitolato, l'Appaltatore procederà al rivestimento mediante idrosemina impiegando una speciale attrezzatura in grado di effettuare la proiezione a pressione di una miscela di seme, fertilizzante, collante ed acqua.

Tale attrezzatura, composta essenzialmente da un gruppo meccanico erogante, da un miscelatore-agitatore, da pompe, raccordi, manichette, lance, ecc., dovrà essere in grado di effettuare l'idrosemina in modo uniforme su tutte le superfici da rivestire, qualunque sia l'altezza delle scarpate.

I materiali da impiegare dovranno essere sottoposti alla preventiva approvazione della Direzione Lavori che disporrà le prove ed i controlli ritenuti opportuni.

I miscugli di seme da spandere, aventi le composizioni nei rapporti di cui alla tabella riportata nel precedente punto 1.4 a seconda dei tipi di terreni da rivestire, saranno impiegati nei quantitativi di 200, 400 e 600 kg/ha, in relazione alle prescrizioni che la Direzione Lavori impartirà tratto per tratto, riservandosi inoltre di variare la composizione del miscuglio stesso, fermo restando il quantitativo totale di seme.

Dovrà essere impiegato fertilizzante ternario (PKN) a pronta, media e lenta cessione in ragione di 700 kg/ha.

Per il fissaggio della soluzione al terreno e per la protezione del seme, dovranno essere impiegati in alternativa 1200 kg/ha di fibre di cellulosa, oppure 150 kg/ha di collante

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

sintetico, oppure altri materiali variamente composti che proposti dall'Appaltatore, dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori.

Si effettuerà l'eventuale aggiunta di essenze forestali alle miscele di sementi, quando previsto in progetto.

Anche per l'idrosemina l'Appaltatore è libera di effettuare il lavoro in qualsiasi stagione, restando a suo carico le eventuali operazioni di risemina nel caso che la germinazione non avvenga in modo regolare ed uniforme.

#### **13.1.4.2 Rimboscimento con semenzali e Impianto di talee**

Sulle superfici preparate e concimate, come già indicato nei precedenti punti del presente Capitolato, l'Appaltatore procederà all'impianto di semenzali o talee, secondo le previsioni di progetto, in ragione di cinque piantine per metro quadrato, disposte a quinconce su file parallele al ciglio strada.

L'Appaltatore è libero di effettuare l'impianto nel periodo che riterrà più opportuno tenuto conto naturalmente del tempo previsto per la ultimazione dei lavori, restando comunque a suo carico l'onere della sostituzione delle fallanze. L'impianto potrà essere fatto a mano od a macchina, comunque in modo tale da poter garantire l'attecchimento ed il successivo sviluppo regolare e rapido.

Prima della messa a dimora delle piantine a radice nuda, l'Appaltatore avrà cura di regolare l'apparato radicale, rinfrescando il taglio delle radici ed eliminando le ramificazioni che si presentassero appassite, perite o eccessivamente sviluppate, impiegando forbici a doppio taglio ben affilate.

Sarà inoltre cura dell'Appaltatore trattare l'apparato radicale con una miscela di terra argillosa e letame bovino, diluita in acqua. L'Appaltatore avrà cura di approntare a pie d'opera il materiale vivaistico perfettamente imballato in maniera da evitare fermentazioni e disseccamenti durante il trasporto.

Le piantine o talee dovranno presentarsi in stato di completa freschezza e con vitalità necessarie al buon attecchimento.

Negli impianti di talee, queste dovranno risultare del diametro minimo di 1,5 cm, di taglio fresco ed allo stato verde e tale da garantire il ripollonamento. Qualora i materiali non rispondessero alle caratteristiche di cui sopra la Direzione Lavori ne ordinerà l'allontanamento dal cantiere.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**13.1.4.3 Alberi**

Devono avere la parte aerea a portamento e forma regolare, simile agli esemplari cresciuti spontaneamente, a sviluppo robusto, non filato e che non dimostri una crescita troppo rapida per eccessiva densità di coltivazione in vivaio, in terreno troppo irrigato o concimato.

Gli alberi dovranno rispondere alle specifiche indicate nell'elenco dei prezzi per quanto riguarda le seguenti voci (da utilizzare tutte o in parte, conformemente alle caratteristiche proprie delle diverse specie):

- circonferenza del tronco, misurata ad un metro dal colletto;
- altezza totale;
- altezza di impalcatura, dal colletto al ramo più basso;
- diametro della chioma in corrispondenza delle prime ramificazioni per le conifere, a due terzi dell'altezza per tutti gli alberi, in corrispondenza alla proiezione della chioma per i cespugli;
- densità della chioma, numero medio di ramificazioni laterali su cm di tronco.

Le piante dovranno essere trapiantate un numero di volte sufficienti secondo le buone regole vivaistiche con l'ultima lavorazione alle radici, risalente a non più di tre anni secondo la seguente tabella.

Foglia caduca	fino a circonf. cm 12-15m	almeno 1 trapianto
	fino a circonf. cm 20-25 m	almeno 2 trapianti
	fino a circonf. cm 30	almeno 3 trapianti
	Fino ad alt. 2+2.5m	Almeno1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
	Fino ad alt 2.5-4m	Almeno1 trapianto e circonferenza proporzionata all'altezza
Sempre verdi	Fino ad alt 2.5-4m	Almeno 2 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza
	Fino ad alt 5-6m	Almeno 3 trapianti e circonferenza proporzionata all'altezza

L'apparato radicale, che dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, sarà racchiuso in contenitore (vaso, cassa, mastello) con relativa' terra di coltura o in zolla rivestita (paglia, pian plast, juta, rete metallica, fitocella).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**13.1.4.4 Spostamento di piante**

Le piante da spostare, se non sono indicate nei documenti dell'appalto, andranno preventivamente marcate sul posto. Se non possono essere subito ripiantate, le piante dovranno essere collocate in depositi provvisoriamente allestiti per assicurare la loro protezione contro le avversità atmosferiche e in genere contro tutti i possibili agenti di deterioramento.

I lavori si riferiscono:

- alle piante definite attraverso gli elaborati progettuali;
- (in alternativa) alle piante segnalate sul posto secondo le modalità di seguito descritte:

Esemplare	Genere	Specie	Varietà o cultivar	Forza	Osservazioni

Prescrizioni per favorire la ripresa dei vegetali da spostare.

Qualora non sia prevista a carico dell'Appaltatore la garanzia di attecchimento, per le piante spostate andranno adottate le seguenti prescrizioni:

- modalità di estrazione (preparazione dell'apparato radicale, confezione in zolle, ecc.);
- condizioni di trasporto (eventuale obbligo di uso di particolari mezzi meccanici, ecc.);
- località e modalità di accantonamento;
- modalità per la messa a dimora (concimazioni, tutori, piantagioni, ecc.);
- modalità di manutenzione (frequenza e dose delle irrigazioni, utilizzazione di antitraspiranti, ecc.);

L'Appaltatore ha l'onere della manutenzione dei depositi e delle piante messe a deposito.

Quando lo spostamento delle piante presenta il rischio di una cattiva ripresa dopo il trasferimento, l'Appaltatore interrompe le operazioni di spostamento e ne informa il Direttore dei Lavori, affinché si possano prendere le misure di salvaguardia per i vegetali interessati.

Trascorse quarantotto ore dal recepimento dell'avviso di interruzione al direttore dei lavori, gli spostamento possono essere ripresi.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**13.1.4.5 Protezione delle piante esistenti da conservare**

Nelle aree non interessate dai lavori di pulizia del terreno i vegetali da conservare sono protetti con i dispositivo predisposti a cura dell'Appaltatore prima dell'inizio di altri lavori.

Questi dispositivo consistono in recinzioni per le masse vegetali e in corsetti di protezione per le piante isolate. Salvo diverse motivate prescrizioni del capitolato speciale d'appalto, le recinzioni dovranno seguire la proiezione al suolo dei rami esterni, ed essere alte almeno 1,30 m. I corsetti dovranno essere pieni, distaccati dal tronco ed alti almeno 2 m. Le piante da conservare sono indicate in specifica planimetria o dovranno essere marcate preventivamente sul posto.

Le protezioni dovranno essere mantenute in buono stato durante tutta la durata dei lavori.

I lavori si riferiscono (in alternativa):

**13.1.4.5.1 Modalità di protezione**

- generali
- modalità particolari riferite alle piante di seguito elencate:

Esemplare n.	Modalità particolari di protezione

Modalità per la sostituzione dei vegetali che non sarà stato possibile proteggere in maniera efficace (dove le piante possiedono caratteristiche che non ne consentano la sostituzione sarà necessario indicare una penalità per la loro mancata protezione).

Tutte le misure utili debbono essere prese per preservare, conformemente alle norme in vigore, le sorgenti o le acque superficiali o sotterranee.

**13.1.4.6 Estrazione dal vivaio e controllo delle Piante**

a) l'estrazione delle piante dal vivaio deve essere effettuata con tutte le precauzioni necessarie per non danneggiare le radici principali e secondo le tecniche appropriate per conservare l'apparato radicale capillare ed evitare di spaccare, scortecciare o danneggiare la pianta. L'estrazione non deve essere effettuata con vento che possa disseccare le piante o in tempo di gelata. L'estrazione si effettua a mano nuda o meccanicamente; le piante potranno essere fornite a radice nuda o collocate in contenitori o in zolle. Le zolle dovranno essere imballate opportunamente con involucro di juta, paglia, teli di plastica o altro;

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- b) Prima della messa a dimora lo stato di salute e la conformazione delle piante devono essere verificate in cantiere e, le piante scartate, dovranno essere immediatamente allontanate;
- c) Per ciascuna fornitura di alberi , sia adulti che giovani, un'etichetta attaccata deve dare, attraverso una iscrizione chiara ed indelebile, tutte le indicazioni atte al riconoscimento delle piante (genere, specie, varietà e numero, nel caso la pianta faccia parte di un lotto di piante identiche);
- d) verifica della conformità dell'esemplare alla specie ed alla varietà della pianta si effettua, al più tardi, nel corso del primo periodo di vegetazione che segue la messa a dimora.

**13.1.4.7 Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora**

Nell'intervallo compreso fra l'estrazione e la messa a dimora devono essere prese le precauzioni necessarie per la conservazione delle piante e per evitare traumi o disseccamenti nonché danni per il gelo.

**13.1.4.8 Epoca di messa a dimora**

La messa a dimora non deve essere eseguita in periodo di gelate né in periodi in cui la terra è imbibita d'acqua in conseguenza di pioggia o del disgelo.

Salvo diverse prescrizioni del Capitolato speciale d'appalto, la messa a dimora degli alberi si effettua tra metà ottobre e metà aprile.

La DL potrà indicare date più precise, secondo il clima, funzione della regione e/o dell'altitudine.

La messa a dimora delle piante a radice nuda s'effettua comunque in un periodo più ristretto, da metà novembre a metà marzo, mentre per le piante messe a dimora con zolla o per le conifere il periodo può essere esteso dall'inizio di ottobre a fine aprile o anche all'inizio di maggio.

Alcune tecniche di piantagione permettono di piantare in tutte le stagioni (contenitori, zolle imballate in teli di plastica saldati a caldo, ecc.).

Per le piante messe a dimora a stagione avanzata, dovranno comunque essere previste, cure particolari per assicurarne l'attecchimento.

#### **13.1.4.8.1 Preparazione delle piante prima della messa a dimora**

Prima della messa a dimora le eventuali lesioni del tronco dovranno essere curate nei modi più appropriati; le radici, se nude, dovranno essere ringiovanite recidendo le loro estremità e sopprimendo le parti traumatizzate o secche.

E' tuttavia bene conservare il massimo delle radici minori soprattutto se la messa a dimora é tardiva.

Se si dovesse rendere necessaria la potatura della parte aerea della pianta, questa dovrà essere eseguita in modo da garantire un equilibrio fra il volume delle radici e l'insieme dei rami.

#### **13.1.4.8.2 Messa a dimora delle piante**

- Tutori: i tutori sono conficcati nella buca di piantagione prima della messa a dimora delle piante. In rapporto alla pianta, il tutore é posto in direzione opposta rispetto al vento dominante. Il tutore deve affondare di almeno 30 cm oltre il fondo della buca;
- collocazione delle piante e riempimento delle buche: sul fondo della buca dovrà essere disposto uno strato di terra vegetale, con esclusione di ciottoli o materiali impropri per la vegetazione, sulla quale verrà sistemato l'apparato radicale. La pianta deve essere collocata in modo che il colletto si trovi al livello del fondo della conca di irrigazione. L'apparato radicale non deve essere né compresso, sarà spostato.  
La buca di piantagione é poi colmata di terra fine. La compattazione della terra deve essere eseguita con cura in modo da non danneggiare le radici, non squilibrare la pianta, che deve restare dritta e non lasciare sacche d'aria. Il migliore compattamento é ottenuto attraverso un'abbondante irrigazione, che favorisce inoltre la ripresa del vegetale;
- legature e colletti: legature e colletti circondano il tronco e sono disposti in modo che attraverso la loro azione il tutore serva d'appoggio alle piante. La legatura più alta é posta a circa 20 cm al di sotto delle prime ramificazioni, la più bassa ad 1 m dal suolo. In queste misure occorre tenere conto del compattamento successivo del suolo;
- potature di formazione: la potatura di formazione ove richiesta dal capitolato speciale d'appalto, si effettua conformemente alle prescrizioni di questo;
- conche di irrigazione : la terra va sistemata al piede della pianta in modo da formare intorno al colletto una piccola conca; l'Appaltatore effettua una prima irrigazione che fa

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

parte dell'operazione di piantagione e non va quindi computata nelle operazioni di manutenzione.

Salvo diverse prescrizioni della DL, le quantità approssimative d'acqua per l'irrigazione sono:

- 40/50 litri per albero;
- 15/20 litri per arbusti.

Prima dell'impianto l'Appaltatore ,dopo aver provveduto, ove necessario, alle opere idonee a garantire il regolare smaltimento delle acque onde evitare ristagni, dovrà eseguire una lavorazione agraria del terreno consistente in un'aratura a profondità variabile da 50 cm a 100 cm, a seconda della situazione, e nell'erpicoltura ripetuta fino al completo sminuzzamento o, su superfici di limitata estensione, in una vangatura, avendo cura in ogni caso di eliminare sassi, pietre o materiali che possano impedire la corretta esecuzione dei lavori.

In occasione delle lavorazioni di preparazione del terreno e prima della messa a dimora delle piante saranno effettuate, a cura e spese dell'Appaltatore, le analisi chimiche del terreno in base alle quali la D.L. indicherà la composizione e le proporzioni della concimazione di fondo da effettuarsi con la somministrazione di idonei concimi minerali e/o organici.

Oltre alla conciliazione di fondo l'Appaltatore dovrà effettuare anche le opportune concimazioni in copertura.

Prima dell'inizio dei lavori d'impianto, la D.L. indicherà all'Appaltatore le varie specie arboree ed arbusti ve da impiegare nei singoli settori. Nella preparazione delle buche l'Appaltatore dovrà assicurarsi che non ci siano ristagni d'acqua nella zona di sviluppo delle radici, nel qual caso provvedere con idonee opere idrauliche (scoli, drenaggi).

Nel caso che il terreno scavato non sia adatto alla piantagione l'Appaltatore dovrà riempire le buche con terra vegetale idonea. Si dovrà comunque verificare che le piante non presentino radici allo scoperto o internate oltre il livello del colletto.

#### **13.1.4.8.3 Apertura di buche e fosse per la messa a dimora delle piante**

I lavori per l'apertura di buche e fosse per la futura messa a dimora delle piante sono effettuati dopo i movimenti di terra a carattere generale prima dell'eventuale apporto di terra vegetale.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Questi lavori riguardano:

- buche individuali per i soggetti isolati;
- buche e fosse per la messa a dimora di piante raggruppate.
- Salvo diverse prescrizioni della DL, le dimensioni delle buche dovranno essere le seguenti:
- alberi adulti (con circonferenza del tronco di almeno 18+20 cm) e conifere di almeno 3 m di altezza: 1 m x 1 m x 1m;
- giovani piante: 0,7 m x 0,7 m x 0,7 m » arbusti: 0,50 m x 0,50 m x 0,50 m;
- siepi continue: 0,50 m x 0,50 m x 1 m di profondità;
- piantine forestali: 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m; » piante da fioritura: 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m.

I materiali impropri che appaiono nel corso delle lavorazioni sono eliminati attraverso la discarica.

Se necessario, le pareti ed il fondo delle buche o fosse sono opportunamente spicconati perché le radici possano penetrare in un ambiente sufficientemente morbido ed aerato. Salvo diverse prescrizioni della DL , buche e fosse potranno essere aperte manualmente o meccanicamente e non dovranno restare aperte per un periodo superiore ad otto giorni.

### 13.1.5 Cure colturali

Sino a quando non sia intervenuto con esito favorevole il collaudo definitivo dei lavori l'Appaltatore dovrà effettuare a sua cura e spese la manutenzione degli impianti a verde curando in particolare:

- a) lo sfalcio di tutte le superfici del corpo stradale e sue pertinenze, seminate o rivestite da vegetazione spontanea, ogni qualvolta l'erba abbia raggiunto l'altezza media di 35 cm.

La Direzione Lavori potrà prescrivere all'Appaltatore di effettuare lo sfalcio in dette aree anche a tratti discontinui e senza che questo possa costituire motivo di richiesta di indennizzi particolari da parte dell'Appaltatore stessa.

L'erba sfaldata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Appaltatore e trasportata fuori dalle pertinenze stradali entro 24 h dallo sfalcio.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La raccolta e l'allontanamento dell'erba dovranno essere eseguiti con la massima cura, evitando la sua dispersione sul piano viabile, anche se questo non risulta ancora pavimentato e pertanto ogni automezzo dovrà avere il carico ben sistemato e munito di reti di protezione.

a) la sostituzione delle fallanze, le potature, scerbature, sarchiature, concimazioni in copertura, trattamenti antiparassitari, risemine, ecc. nel numero e con le modalità richieste per ottenere un regolare sviluppo degli impianti a verde e le scarpate rivestite dal manto vegetale.

E' compreso nelle cure colturali anche l'eventuale adacquamento di soccorso delle piantine in fase di attecchimento e pertanto nessun compenso speciale, anche per provvista e trasporto di acqua, potrà per tale operazione essere richiesto dall'Appaltatore, oltre a quanto già previsto.

### **13.1.6 Pulizia del piano viabile**

Il piano viabile, al termine di ogni operazione d'impianto o manutentoria dovrà risultare assolutamente sgombro di rifiuti; la terra eventualmente presente dovrà essere asportata mediante spazzolatura e, ove occorra, con lavaggio a mezzo di abbondanti getti d'acqua.

Qualora risultasse sporcata la segnaletica orizzontale, questa dovrà essere pulita accuratamente a mezzo lavaggio.

## **CAPITOLO 14.: MURI IN TERRA RINFORZATA E RINVERDITA**

## **14.1 MURI IN TERRA RINFORZATA E RINVERDITA**

### **14.1.1 GENERALITÀ**

Il paramento inclinato rinverdire è composto da pannelli in rete elettrosaldata da mm 8 a maglia cm 15 x 15, posti in opera con un sistema di irrigidimento costituito da due barre sagomate del diametro di 10 ed 6 mm per realizzare l'inclinazione prevista. I pannelli sono rivestiti all'interno da una geostuoia biodegradabile in fibra naturale trapuntata, preconciata e preseminata.

Al paramento con opportuni ganci sono collegate armature orizzontali formate da aste in acciaio ad aderenza migliorata di lunghezza predeterminata in funzione della qualità del materiale di rilevato e dell'altezza dello stesso.

Una volta montato il pannello di altezza 95 cm , viene steso uno strato di rilevato ed uno strato di terreno vegetale in prossimità del paramento. Dopo la prevista compattazione vengono infissi nella geostuoia ed appoggiati sul terreno vegetale arbusti radicati, di lunghezza pari a circa 40 cm, uno ogni metro circa. Ripetendo l'operazione di posa del rilevato e del terreno vegetale e l'infissione degli arbusti, sfalsati rispetto ai precedenti, si ottiene una densità di circa 5 arbusti di rinverdimento per metro quadro.

### **14.1.2 Fasi di realizzazione**

Dopo avere preparato un piano di posa della larghezza del muro da realizzare, le fasi di montaggio dei pannelli e degli altri elementi prefabbricati sono sinteticamente le seguenti:

Posa in opera di rete e doppio gancio inferiore

Posa in opera della geostuoia

Posa in opera del doppio gancio superiore

Aggancio degli attacchi e fissaggio delle armature con bulloni

Stesa del primo strato di rilevato e di terreno vegetale in prossimità della rete

Infissione di talee od arbusti radicati , uno ogni metro

posizionamento del geotessile

Stesa del secondo strato di rilevato e di terreno vegetale

Infissione di talee od arbusti radicati , uno ogni metro

Posizionamento del geotessile

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Si ripetono le operazioni dal punto 1 sino alla quota di coronamento.

Durante la costruzione del muro sarà in alcuni potrà rendersi necessario prevedere la deviazione del traffico dalla carreggiata interessata.

### 14.1.3 Normativa

- D. M. MINISTERO LL.PP. 11/3/1988  
Norme tecniche per terreni, pendii naturali e scarpate, opere di sostegno e fondazione
- Circolare MINISTERO LL.PP. n°30483 del 24/9/1988
- Norme tecniche per terreni e fondazioni -Istruzioni applicative • D. M. Ministero dei Lavori Pubblici 16 gennaio 1996
- Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- NFP94-220 giugno 1998 "Ouvrages en so/s rapportés renforcés par armatures ou nappes peti extensibles et souples" (Opere in terra rinforzata con armature lineari o estese inestensibili e flessibili).



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

COEFFICIENTI DI SICUREZZA PARZIALI			CALCOLO AGLI STATI LIMITE				CALCOLO ALLE T.A.				
			(ponderazioni e fatt. di sicurezza parziali)				(fattori di sicurezza globali)				
			SECONDO LA		SECONDO LA		SECONDO	SECONDO			
			T.A.I.		NF P 94 220		LA T.A.I.	DM 11/3/88			
			Livello di sicurezza		Tipologia di opera						
			ordinario	alto	corrente	sensibile					
STAB. ESTERNA	SCORRIMENTO							1.30			
	ATTRITO	SFgf	1.20	1.20	1.10	1.20	1.50	N.P.			
	COESIONE	SFgc	1.20	1.20	1.50	1.65	1.50	N.P.			
	RIBALTAMENTO	SFr	1.50	1.50	-	-	2.00	1.50			
	PUNZONAMENTO	SFc	1.50	1.50	1.50	1.50	2.00	2.00*			
STAB. INTERNA	ROTTURA	SFt	1.50	1.65	1.50	1.65	σadm**	N.P.			
	ADERENZA	SFf	1.35	1.50	1.20	1.30	1.50	N.P.			
COEFFICIENTI DI PONDERAZIONE			CALCOLO AGLI STATI LIMITE				CALCOLO ALLE T.A.				
			(ponderazioni e fatt. di sicurezza parziali)				(fatt. di sicurezza globali)				
			SECONDO LA		SECONDO LA		SECONDO T.A.I.				
			T.A.I.		NF P 94 220		E DM 11/3/88				
Condizioni di carico***			1	2	3	1	2	3	1	2	3
γ1	LFw1		1.00	1.35	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
γ2	LFw2		1.35	1.35	1.00	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00
Q1	LFq1		-	1.60	-	-	1.33	-	-	1.00	-
Q2	LFq2		1.60	1.60	-	1.33	1.33	-	1.00	1.00	-
Metodo	LFs		1.00	1.00	1.00	1.125	1.125	1.125	1.00	1.00	1.00

\*3.00 in taluni casi calcolo

\*\*Tensione Ammissibile

\*\*\*Vedi nota esplicativa del metodo di calcolo

Legenda: γ = Peso di volume del terreno

N.P.= Non Previsto

W1= Peso proprio del massiccio

W2= Peso proprio del ricoprimento

Q1 = Sovraccarico sul massiccio

Q2 = Sovraccarico a tergo del massiccio

**14.1.4 Materiali**

E' consentito l'impiego dei seguenti materiali:

- Calcestruzzo per cordolo di livellamento non armato:  $R_{ck} > 15 \text{ N/mm}^2$
- Acciaio per pannelli in r.e.s. per paramento rinverdire: B450C c.s.
- Acciaio per armature: tipo S355JO zincato a caldo ( $550 \text{ g/m}^2$ ) (equivalente a ASTM tipo 50 e assimilabile a Fe 52, conforme alle Norme Europee EN 10025 -dicembre 1993)

**Requisiti richiesti per il rilevato :**

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**Caratteristiche fisiche**

Per il rilevato in terra rinforzata dovranno essere impiegate normalmente terre appartenenti ai gruppi A1-a, A1-b, A3, A2-4, A2-5 della classifica C.N.R.-U.N.I. 10006/1963. In ogni caso vanno rispettate le seguenti condizioni:

Il terreno di riempimento sarà idoneo quando la percentuale passante al setaccio da 80  $\mu$  (0,08 mm.), secondo l'analisi granulometrica, è inferiore al 15%.

I terreni con percentuale passante al vaglio da 80  $\mu$ , superiore al 15%, potranno essere accettati se:

b-1) la percentuale del campione esaminato per sedimentazione passante al vaglio di 15  $\mu$  (0,015 mm) è inferiore al 10 %;

b-2) la percentuale sulle prove realizzate per sedimentazione rimane compresa tra il 10 % e il 20 % e l'angolo di attrito interno, misurato con prove di taglio su campioni saturi, è superiore a 25°.

Il terreno di riempimento non dovrà contenere nessun elemento superiore a 250 mm.

Il rilevato può essere alleggerito con strati di misto granulare o sabbia e argilla espansa se e come indicato nei disegni costruttivi. L'inerte leggero avrà le seguenti caratteristiche: granulometria minore di 25 mm, P. di Volume umido compreso tra 7 e 8 KN/mc.

**Resistività**

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

**Attività ioni idrogeno**

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

**14.2 CONTENUTO IN SALI SOLUBILI**

Il contenuto di cloruri e solfati dovrà essere determinato soltanto per i materiali la cui resistività sia compresa tra 1.000 e 5.000 Ohm\*cm e non dovrà eccedere i seguenti valori:

Opere a secco	Opere in acqua dolce	Opere a secco	Opere in acqua dolce
(Cl-) 200 mg/kg	(Cl-) 100 mg/kg	(S04=) 1000 mg/kg	(S04=) 500 mg/kg

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**Prove e controlli**

Per la determinazione dell'idoneità del materiale da porre in opera in un rilevato in terra rinforzata si effettuerà un'analisi granulometrica, con relativa classificazione CNR-UNI 10006, la determinazione del valore della resistività e del pH per ogni campione della stessa provenienza. La frequenza delle prove e dei controlli è riportata nella tabella seguente.

RILEVATI PER TERRE ARMATE – FREQUENZA DELLE PROVE (almeno 1 ogni mc)		
TIPO DI PROVA	Primo 5000 mc	Successivi mc
Classif.CNR – UNI 10006	500	5000
Resistività	500	5000
PH	500	5000
Contenuto in cloruri e solfati per valori di resistività tra 1000/5000 Ohm*cm	500	5000
Costip. AASHTO Mod.CNR	500	5000
Densità in sito CNR 22	250	1000
Carico su piastra CNR9-70317	1000	5000
Controllo umidità	*	*

\* Frequenti e rapportate alle condizioni meteo locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali

## **CAPITOLO 15.: SEGNALETICA ORIZZONTALE, VERTICALE,** **SEGNALETICA COMPLEMENTARE**

---

## **15.1 PREMESSA**

Nel presente Capitolato Speciale sono descritte le metodologie per l'esecuzione di tutte le opere, prestazioni e forniture che si renderanno necessarie per la realizzazione della segnaletica verticale ed orizzontale.

La segnaletica stradale verticale e orizzontale, regola il traffico a seconda delle diverse condizioni ambientali e planimetriche del tracciato, anche di notte e in condizioni climatiche avverse, contribuendo ad aumentare il livello di sicurezza e facilitando l'uso dell'infrastruttura e dei servizi da parte della clientela.

I progetti e la relativa esecuzione devono attenersi a quanto prescritto dal D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada), dal D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610, dalle Circolari e Decreti Ministeriali vigenti in materia, nonché a quanto previsto nelle soluzioni segnaletiche di dettaglio, ed. gennaio 1996, approvate dal Ministero dei Lavori Pubblici, Ispettorato Generale per la Circolazione e la Sicurezza Stradale, con lett. prot. n° 575 del 4 marzo 1996 (lett. n° 247.0614.00 del 14 maggio 1996), al presente Capitolato Speciale e a quanto esposto dettagliatamente nei disegni di progetto.

## **15.2 SEGNALETICA VERTICALE**

### **15.2.1 Produzione**

La segnaletica verticale deve essere prodotta da costruttori in possesso di un Certificato di Conformità del prodotto finito rilasciato da un organismo di certificazione accreditato, come previsto nelle circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 3652 del 17.06.1998 e n. 1344 del 11.03.1999; la data di rilascio di detto certificato non deve essere superiore a cinque anni all'atto di partecipazione alla gara e deve essere presentata nella sua stesura integrale.

### **15.2.2 Costruzione dei segnali**

I pannelli facenti parte della fornitura devono essere realizzati secondo le seguenti caratteristiche.

#### **15.2.2.1 *Forme e dimensioni dei segnali***

Tutti i segnali devono avere forme, dimensioni, colori, simboli e caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle norme citate in Premessa.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'altezza dei caratteri alfabetici componenti le iscrizioni (vedi Allegato al D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495, Titolo II, tab. II 16 -Distanza di leggibilità in funzione dell'altezza delle lettere) deve essere tale da garantire una distanza di leggibilità non inferiore a 150 m.

**15.2.2.2 Supporto metallico**

Il supporto metallico dei cartelli deve essere in lamiera di ferro tipo P-AL 99,5, dello spessore 30/10 mm se la superficie della faccia anteriore del cartello è uguale o superiore a 2,00 m<sup>2</sup>, mentre per i cartelli con superficie inferiore a 2,00 m<sup>2</sup> la lamiera di alluminio deve essere di uno spessore di 25/10 mm.

Qualora i cartelli siano formati da più pannelli, questi dovranno essere nel più basso numero possibile e di dimensioni compatibili con la reperibilità delle lamiere sul mercato. Tali lamiere, dopo avere subito le necessarie lavorazioni meccaniche e rese scabre in superficie mediante vibratrice elettrica, dovranno essere sottoposte ai seguenti trattamenti di preverniciatura:

- a) sgrassatura mediante vapori di trielina o con bagno in soluzione alcalina per una durata di circa 15 min a temperatura di esercizio pari a circa 70°C;
- b) lavaggio con acqua e trattamento cromatante o fosfocromatante per un tempo sufficiente a depositare un rivestimento avente un peso compreso tra 105 e 375 mg/ 2 (valore medio ottimale 270 mg/ m<sup>2</sup>) secondo la norma UNI 9921;
- c) lavaggio con acqua a perdere e passaggio in forno per essiccazione a temperatura compresa tra +60 e +70°C;

Trattamenti sostitutivi potranno essere eseguiti dopo preventivo esame e conseguente autorizzazione da parte della Direzione Lavori.

**15.2.2.3 Rinforzo perimetrale del cartello**

Il rinforzo perimetrale deve essere ottenuto mediante piegatura a scatola dei bordi del cartello che non dovranno essere inferiore a 10 mm, eccezione fatta per i dischi.

**15.2.2.4 Congiunzioni dei pannelli costituenti i cartelli di grandi dimensioni**

Tali congiunzioni si devono ottenere con l'apposizione, lungo i lembi contigui dei pannelli, di angolari in anticoro dal, spessore 3 mm sia in senso orizzontale che verticale saldato come descritto all'art. seguente.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tale angolare deve essere opportunamente forato e munito di un numero di bulloncini di acciaio inossidabile da 1/4" sufficiente ad ottenere il perfetto accostamento dei lembi dei pannelli.

**15.2.2.5 Traverse di rinforzo**

Il rinforzo sul retro del cartello deve essere costituito da traverse orizzontali o verticali in alluminio, saldate elettricamente, per punti, al cartello.

Dette traverse devono essere dello spessore di 3 mm, piegate a C con le dimensioni di 56x30x15 mm se la misura del cartello, presa normalmente alle traverse, è  $\geq$  di 500 mm. Se la misura del cartello è  $<$  di 500 mm le traverse a C devono essere di 45x17x12 mm e su queste non è previsto l'uso delle traverse di irrigidimento in ferro di cui all'art. 23.2.2.7.

La distanza in asse fra due traverse e quella dal bordo del cartello, non deve superare rispettivamente 500 mm e 250 mm.

I cartelli devono avere non meno di due traverse.

La lunghezza della traversa deve essere pari a quella del cartello meno 70 mm per lato. Per i segnali di direzione la lunghezza delle traverse deve essere determinata posizionandole ad una distanza dal lato verticale uguale o minore di 70 mm fino a lambire i lati obliqui della punta della freccia.

**15.2.2.6 Saldatura elettrica per punti**

La saldatura deve essere effettuata con puntatrice elettrica (la distanza massima fra due punti deve essere di 150 mm) su profilati ad omega in modo da non creare sbavature o altra disuguaglianza sulla superficie del cartello.

Utilizzando la traversa a C la distanza massima fra due punti di saldatura deve essere di 100 mm.

**15.2.2.7 Traverse di irrigidimento**

Le traverse di irrigidimento devono essere in ferro qualità UNI EN 10025 -S235JR, dello spessore minimo di 4 mm, piegate a C con le dimensioni di 50x25x18 mm.

Dette traverse, della lunghezza prescritta come art. precedente, devono essere complete di staffe con attacco a morsetto per il collegamento alle traverse di rinforzo nella qualità necessaria.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Sia le traverse che i vari attacchi devono essere zincati a caldo per immersione come da art. successivo.

**15.2.2.8 Attacchi**

Le traverse di rinforzo e le traverse di irrigidimento, in caso di loro utilizzo, poste sul retro del cartello devono portare i relativi attacchi speciali completi di morsetti, staffe o cravatte, bulloni con relative piastrine di ferro, rondelle e quanto necessita per l'adattamento ed il fissaggio ai sostegni ed alle intelaiature di sostegno, tali da non richiedere alcuna foratura del cartello e degli accessori. Nel caso di installazione di due cartelli a facce contrapposte ad una stessa altezza sugli stessi sostegni, devono essere adottate staffe doppie.

Tutti i materiali ferrosi devono essere zincati a caldo per immersione, come dai seguenti articoli delle presenti Norme.

**15.2.2.9 Verniciatura del cartello**

La verniciatura deve essere ottenuta mediante l'applicazione di una vernice a polvere a base di resine cotte al forno a temperatura di cottura 140° C, spessore 25÷35 mm, di colore grigio opaco, nella gradazione precisata dalla Direzione Lavori.

**15.2.2.10 Faccia anteriore del cartello**

Fondi, lettere, simboli e bordini di contorno dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto per ogni segnale e secondo le disposizioni progettuali:

- a) con pellicola non retroriflettente (PNR);
- b) con pellicola retroriflettente di classe 1 (CL1);
- c) con pellicola retroriflettente di classe 2 (CL2) o di classe 2 microprismatica (CL2-mp);
- d) con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica (CL2S-mp)
- e) con pellicola retroriflettente di classe 2 speciale microprismatica trattata con materiali atti ad evitare la formazione di condensa (CL2S-mp-a);
- f) con procedimento serigrafico (SER).

L'applicazione della pellicola al supporto metallico deve essere eseguita con l'adesivo presente nella pellicola stessa.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Possono essere utilizzate pellicole già colorate o pellicole bianche successivamente colorate mediante procedimento serigrafico. Gli elaborati progettuali conterranno la tipologia di pellicola da utilizzare.

Per i dischi ed i triangoli è da applicare pellicola a pezzo unico, intendendo con questa definizione un unico pezzo di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato con processo serigrafico; questo deve mantenere le proprie caratteristiche -colorimetriche e di rifrangenza -inalterate per un periodo uguale a quello previsto per la pellicola retroriflettente. Nei cartelli di dimensioni superiori a 2 m<sup>2</sup> ognuna delle pellicole applicate sul cartello deve avere una superficie minima di 0,70 m<sup>2</sup>.

Le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retroriflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale, sono stabilite dal Ministero dei Lavori Pubblici con D.M. del 31 Marzo 1995 n. 1584 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 106 del 9 Maggio 1995). Le pellicole microprismatiche devono in più avere caratteristiche prestazionali che soddisfino i requisiti della Norma Nazionale UNI 11122.

La Direzione Lavori può richiedere pellicole, con tecnologia microprismatica, ad altissima risposta luminosa con durata di 10 anni, munite di certificazione per la classe 2 ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alle pellicole di classe 2 da utilizzarsi in specifiche situazioni stradali:

- 1 - segnaletica che per essere efficiente richiede una maggiore visibilità, rispetto alla classe 2, alle brevi, medie e lunghe distanze (segnaletica di cantiere);
- 2 - segnali posizionati in modo tale da renderne difficile la corretta visione e interpretazione da parte del conducente del veicolo;
- 3 - strade ad elevata percorrenza di mezzi pesanti;
- 4 - strade con forte illuminazione ambientale.

Possono essere utilizzate le pellicole di classe 2S-ms-a , trattate con materiali atti a evitare la formazione di condensa, qualora la Direzione Lavori lo ritenga necessario, in zone soggette a tale evento atmosferico. Dette pellicole debbono essere accompagnate da una relazione tecnica, relativa alla valutazione delle effettive proprietà anticondensa, rilasciata da un istituto di misura come previsto dal D.M. 31.03.1995.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per la realizzazione dei cartelli contenenti il marchio TELEPASS o per quelli a fondo giallo della cantieristica deve essere utilizzata una pellicola di classe 2S-mp fluoro-rifrangente rispondente alle caratteristiche stabilite dalla norma UNI 11122 nel prospetto 2 (tabella 6) per il colore ed al prospetto A2 (tabella 7) per le caratteristiche fotometriche (coefficiente aerico di intensità luminosa).

Tabella 6 – Coordinate cromatiche e fattore di luminanza diurne di pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti

Colore	Coordinate cromatiche					Fattore di luminanza
Giallo		1	2	3	4	>0,5
	X	0,545	0,487	0,427	0,465	
	Y	0,454	0,423	0,433	0,534	

Tabella 7 -Coefficiente di retroriflessione R' (cd/lux m<sup>2</sup>) minimo per pellicole microprismatiche fluoro-rifrangenti nuove

$\alpha$ [°]	$B_1$ [°]	
0,33	5	180
1,0	5	21
1,5	5	9
0,33	20	144
1,0	20	18
1,5	20	7,8
0,33	30	99
1,0	30	12
1,5	30	5,4
0,33	40	18
1,0	40	2,0
1,5	40	1,0

#### 15.2.2.11 Faccia posteriore del cartello

Successivamente alla verniciatura come da art. precedente, devono essere chiaramente indicati il marchio della Ditta che ha fabbricato il segnale e l'anno di fabbricazione nonché il marchio dell'Organismo di certificazione e il relativo numero del certificato di conformità di prodotto rilasciato. L'insieme delle predette annotazioni non deve superare la superficie di 0,02 m<sup>2</sup>.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per i segnali di prescrizione devono essere riportati inoltre, gli estremi dell'ordinanza di apposizione.

### 15.2.3 Costruzione delle strutture

#### 15.2.3.1 Norme progettuali di riferimento

Per la progettazione di tutte le opere in cemento ed in metallo deve assumersi come riferimento l'apposita normativa in materia.

Nella costruzione di profilati di acciaio formati a freddo, si devono rispettare le prescrizioni e tolleranze previste dalle norme UNI relative ai prodotti impegnati.

#### 15.2.3.2 Sostegni per cartelli

I sostegni devono essere in ferro tubolare qualità UNI EN 10025 -S235JR con le seguenti caratteristiche:

Diametro (mm)	Spessore minimo (mm)	Peso (Kg/ml)
48	2,5	2,79
60	3,2	4,19
90	4,0	8,39

Devono essere zincati a caldo per immersione, come da art. 34.2.3.10 delle presenti Norme; possono essere anche del tipo antirotazione o sagomati per l'ottenimento di uno sbalzo come indicato dai disegni tipo.

Ogni sostegno e controvento deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà al piede un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione. Non deve essere eseguita alcuna saldatura su sostegni e controventi già zincati.

Il tipo di sostegno, le dimensioni e la loro eventuale controventatura devono essere indicati nei disegni di progetto, fermo restando la responsabilità dell'Appaltatore in merito alla resistenza degli impianti.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI 3740 classe 8.8.

#### 15.2.3.3 Portali e strutture in acciaio

I portali a cavalletto, a farfalla ed a bandiera devono essere realizzati con profilato tubolare in ferro qualità UNI EN 10025 -S275JR; esenti da difetti come bolle di fusione e scalfitture;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

tutti i collegamenti tra gli elementi prefabbricati devono essere realizzati mediante flange e devono essere riuniti in opera con bulloni.

Tutte le saldature necessarie per la realizzazione del traliccio devono essere esclusivamente del tipo a penetrazione e devono rispettare quanto previsto dalle norme UNI EN 1011-1. La base del piedritto deve essere provvista di piastra per l'ancoraggio tra il traliccio metallico ed il basamento di fondazione la cui connessione deve essere effettuata con l'impiego di tirafondi, collegati tra di loro con una piastra, annegati nel plinto e completi di doppi dadi di contrasto. Le piastre di collegamento tra il montante della struttura e quella di connessione con i tirafondi devono essere unite secondo le indicazioni di volta in volta indicate nel progetto; il tipo di ferro impiegato deve essere della qualità EN 10025 -S275JR.

I tirafondi da annegare nel basamento in cls e da collegare con l'armatura devono essere in acciaio rispondenti alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 3269. L'acciaio in tondini per l'armatura dei plinti deve essere della qualità B450C. L'altezza minima tra il limite inferiore dei cartelli ed il piano stradale deve essere di 5,20 m.

I portali devono essere zincati a caldo come previsto dall'art. 34.2.3.10 delle presenti Norme, così come i tirafondi e la contropiastra.

Le strutture verticali quali portali a cavalletto, a farfalla, a bandiera, ecc., devono essere realizzati secondo i disegni specifici esecutivi di progetto.

Eventuali altre soluzioni progettuali devono essere approvate dalla Direzione Lavori.

#### **15.2.3.4 Strutture su pensiline**

I cartelli da posizionare al di sopra delle pensiline di stazione per segnalare le modalità di riscossione del pedaggio devono essere installati su apposite strutture le quali devono essere realizzate con ferro di qualità UNI EN 10025 -S235JR.

La bulloneria impiegata deve essere rispondente alla Norma UNI EN ISO 898-1.

Devono essere prodotti alla Direzione Lavori i calcoli statici e i disegni costruttivi di ogni singola struttura.

#### **15.2.3.5 Strutture per segnali su New Jersey**

I manufatti necessari per posizionare i segnali, fino ad una superficie di 0,810 m<sup>2</sup>, sulle barriere di sicurezza New Jersey devono essere realizzati con una sella in ferro, qualità UNI EN 10025 -S235JR, di 5 mm che si adatti alla conformazione della barriera.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nella testa della sella deve essere praticato un foro nel quale deve essere collocato un tubolare di 200 mm, di 76 mm di diametro, di 4 mm di spessore, alla cui estremità inferiore deve essere saldata una piastra in ferro di 100x100 mm, spessore 3 mm.

Dopo aver inserito il bicchiere nel foro realizzato nella sella, devono essere eseguite due saldature perimetrali interna ed esterna. Tale bicchiere deve essere predisposto, inoltre, con due fori passanti che consentano l'inserimento di due bulloni M12, per il bloccaggio del sostegno col cartello, classe 8.8 tesati a 2.000 kg.

In ogni faccia laterale della sella deve essere eseguita un'asola di 40x24 mm per l'alloggiamento della barra filettata e due fori diametro 15 mm per l'eventuale posa di bulloni e relativi prigionieri metallici.

**15.2.3.6 New Jersey con foro verticale**

Alla piastra in ferro, di 100X100 mm saldata con la sella, deve essere saldato, nella parte inferiore un tubolare di 300 mm con diametro di 48 mm.

Il bicchiere di cui sopra e la sella, devono essere uniti tra di loro saldando due fazzoletti in acciaio triangolari, di 100x150 mm spessore 5 mm, applicati nel senso del massimo sforzo.

**15.2.3.7 New Jersey con foro orizzontale**

Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg usufruendo del foro passante esistente.

**15.2.3.8 New Jersey senza fori**

Il bloccaggio del manufatto deve essere realizzato effettuando un foro passante al fine di poter inserire una barra filettata M20 e due dadi autobloccanti, classe 8.8 tesata a 5.000 kg.

**15.2.3.9 Supporto per sostegni su barriera metallica**

Il supporto per il bloccaggio del sostegno alla barriera metallica deve essere realizzato utilizzando una staffa in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, composta da un collare normale o antirotazione che avvolge il palo, una piastra sagomata a C, spessore 5 mm, sulla quale devono essere saldate due barre filettate diametro 14 mm e bulloneria necessaria.

Per quei casi particolari e puntuali, dove i manufatti previsti nel presente Capitolato Speciale non sono applicabili, La Direzione Lavori deve determinare la tipologia di attacco più idonea. L'installazione di segnali in galleria, consentita solo su sostegni a parete o in volta, deve

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

utilizzare staffe in ferro, qualità UNI EN 10025-S235JR, idonee alla parte di manufatto sulla quale devono essere fissate.

### 15.2.3.10 Zincatura a caldo per immersione

Tutti gli elementi di materiale ferroso impiegati per i lavori previsti nel presente Capitolato Speciale devono essere zincati mediante immersione in zinco fuso (zincatura detta a caldo ed anche a fuoco) a scopo protettivo contro la corrosione.

Questa operazione deve essere eseguita con le modalità e le prescrizioni previste dalla norma UNI EN ISO 1461.

Lo zinco da impiegare nel bagno deve essere di qualità Zn 99,95 EN 1179/05.

I valori di zincatura prescritti dalla succitata norma sono riassunti nella tabella seguente; gli elementi ferrosi non riportati nella stessa devono essere zincati in base al rispettivo spessore.

Tipologia oggetto	Massa dello strato di zinco g/m <sup>2</sup>		Spessore dello strato di zinco µm	
	media sui campioni esaminati	minima su campione singolo	medio sui campioni esaminati	minimo su campione esaminato
<p style="text-align: center;">A</p> Traverse e morsetti Tubolari e staffe φ60 e φ90 Portali Profilato per delineatori in gallerie con marciapiede Tutti gli oggetti in acciaio aventi 3 mm o più di spessore, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	600	550	86	78
<p style="text-align: center;">B</p> Tubolari φ48 Delineatori su guardavia Paletti scambio carreggiata Tutti gli oggetti in acciaio aventi spessore minore a 3 mm, esclusi gli oggetti assimilabili alle classi C e D	400	350	57	50

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

C Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro uguale o maggiore a 10 mm	400	350	57	50
D Ganci, perni, viti, dadi ed altri oggetti assimilabili, di diametro minore di 10 mm	300	250	43	36

I campioni prelevati dalla Direzione Lavori devono essere sottoposti alle prove previste dalla succitata norma CEI e più precisamente:

- a) determinazione della massa dello strato di zinco;
- b) qualità dello zinco;
- c) spessore dello strato di zinco;
- d) uniformità di spessore del rivestimento di zinco;
- e) aderenza dello strato di zinco.

#### **15.2.4 Posa in opera**

##### **15.2.4.1 Caratteristiche generali**

###### **15.2.4.1.1 Visibilità dei segnali**

Al fine di garantire la perfetta visibilità, di giorno come di notte, in qualsiasi condizione, per ciascun segnale deve essere garantito uno spazio di avvistamento, tra il conducente ed il segnale stesso, libero da ostacoli.

Le misure minime del suddetto spazio di avvistamento sono indicate dettagliatamente dall' art. 39 del D. Lgs 30 aprile 1992, n° 285 (Nuovo Codice della Strada) nonché dall'art. 79 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495 (Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada) così come modificato dal D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610. Per i segnali di indicazione tale distanza è di 250 m.

###### **15.2.4.1.2 Distanza dalla carreggiata**

La distanza tra l'estremità del cartello, lato carreggiata, ed il margine della carreggiata stessa deve essere minima 0,50 m e massima 1,00 m; fanno eccezione tutti i cartelli dello spartitraffico, quelli a sbalzo, quelli in prossimità delle gallerie, quelli in galleria, ecc., che devono essere di volta in volta esaminati dalla Direzione Lavori.

#### **15.2.4.1.3 Altezza dalla pavimentazione**

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,20 m e massimo 1,50 m secondo un criterio di proporzione inversa rispetto alle dimensioni del cartello; fanno eccezione le targhe chilometriche, i cartelli per la numerazione dei cavalcavia, la cui altezza deve essere di 1,70÷1,80 m e tutti gli altri cartelli in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori.

L'altezza minima tra la pavimentazione ed il bordo inferiore del o dei cartelli, collocati al di sopra della carreggiata deve essere di 5,20 m.

In ogni caso sullo stesso itinerario deve essere rispettata un'altezza uniforme.

#### **15.2.4.1.4 Installazione della segnaletica**

L'installazione della segnaletica al lato della carreggiata deve essere eseguita in modo tale che il segnale abbia un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°.

I segnali, collocati al di sopra della carreggiata, devono essere installati in modo tale da avere un'inclinazione rispetto al piano perpendicolare di circa 3° verso il lato da cui proviene il traffico. Il giudizio dell'esattezza di tale posizione è riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori.

#### **15.2.4.2 Posa in opera degli impianti su terra**

Nella posa in opera di tubolari in ferro di sostegno su terra si deve realizzare un blocco di ancoraggio in calcestruzzo di cemento non inferiore alla classe Rck 20 MPa delle dimensioni minime di 0,50x0,50x0,70 m.

Nei casi in cui non si ritenga idonea, per la stabilità dell'impianto, la fondazione sopradescritta, l'Appaltatore deve opportunamente dimensionarla. Detti basamenti devono essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori con l'avvertenza che tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stessa dalle sue responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti. L'approvazione preliminare da parte della Direzione Lavori deve essere condizione determinante per la corresponsione di eventuali compensi.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno secondo quanto indicato negli elaborati progettuali.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Ogni sostegno tubolare deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e recherà un'asola per l'alloggiamento dello spinotto di ancoraggio al basamento di fondazione.

Il controvento deve essere ancorato al sostegno con una particolare staffa ad una distanza dal bordo superiore del cartello pari a un terzo dell'altezza complessiva del cartello stesso.

Il controvento deve avere un'inclinazione, rispetto al sostegno, di 30°.

Deve essere inoltre ripristinato, sia sullo spartitraffico che sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità, il preesistente piano di posa.

#### **15.2.4.3 Posa in opera di portali, monopali e strutture in acciaio**

I portali devono essere posti in opera su basamenti di calcestruzzo armato, delle dimensioni come da progetto, di classe non inferiore a Rck 25 MPa.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere in linea con quanto disposto negli elaborati progettuali.

Le dimensioni e l'armatura in ferro di detti basamenti devono essere determinate dall'Appaltatore, tenendo presente che l'alloggiamento della struttura ai basamenti deve avvenire mediante flange e relativi tirafondi; devono essere prodotti alla Direzione dei Lavori i relativi calcoli.

Le parti costituenti il traliccio dovranno essere unite impiegando bulloneria rispondente alla norma UNI 3740-1 classe 8.8.

Tutte le unioni bullonate dovranno essere testate ai valori prescritti negli elaborati progettuali.

Nel caso di portali e monopali a bandiera si deve realizzare il basamento sulla scarpata laterale, cercando di evitare il posizionamento sulla cuspide.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura.

Non deve essere eseguita alcuna saldatura su strutture già zincate.

La piastra e i tirafondi con relativi dadi devono essere protetti dagli agenti atmosferici e corrosivi mediante l'applicazione di silicone.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stessa dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

**15.2.4.4 Posa in opera di strutture per pensiline**

La struttura deve essere ancorata alla pensilina mediante staffe in acciaio opportunamente dimensionate, barre filettate o bulloni; le dimensioni e il numero per garantire il suddetto ancoraggio devono essere determinate dal progettista a seconda dei diversi tipi di pensilina utilizzati, producendo alla Direzione Lavori i relativi calcoli e disegni.

La determinazione del peso delle strutture deve essere effettuata in pese pubbliche ed i certificati di pesa devono essere allegati al verbale di pesatura.

Il tutto deve essere sottoposto all'approvazione della Direzione Lavori; tale approvazione non esonera in alcun modo l'Appaltatore stessa dalle responsabilità in ordine alla resistenza degli impianti.

Sulle pensiline di vecchia costruzione si dovrà prestare particolare attenzione nell'installazione delle strutture, evitando di causare danni (infiltrazioni d'acqua, sfondamento delle coperture ecc.). Gli stessi, una volta accertata la responsabilità, verranno addebitati all'Appaltatore dei lavori.

**15.2.4.5 Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro verticale**

Per tale installazione si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey inserendo lo spezzone tubolare, di 0,30 m e diametro 48 mm, nel foro verticale esistente.

Il sostegno, diametro 60 mm, deve essere in ferro, deve essere chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico e deve avere nella parte inferiore due fori passanti.

Il sostegno deve essere inserito nel bicchiere, un tubolare in ferro diametro 76 mm preforato, e deve essere unito al manufatto mediante 2 bulloni M12 passanti. La testa del bicchiere deve essere sigillata con silicone o materiali similari, al fine di proteggere il manufatto da infiltrazioni d'acqua.

Il manufatto deve essere bloccato al New Jersey, usufruendo dei fori esistenti sulle facce laterali del manufatto stesso, mediante 2 bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12 x 100 che devono essere posizionati uno per faccia laterale.

**15.2.4.6 Posa in opera degli impianti al new Jersey con foro orizzontale**

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale esistente. Il bloccaggio del manufatto alla barriera deve avvenire con una barra filettata M20 tesata a 5.000 kg e due dadi autobloccanti, classe 8.8, usufruendo del foro passante. La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nell'art relativo.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

**15.2.4.7 Posa in opera degli impianti al new Jersey senza fori**

Si deve adottare uno speciale manufatto in ferro calzante la testa del new jersey in corrispondenza del foro orizzontale che deve essere realizzato perpendicolarmente all'asse del new jersey stesso così da consentire la collocazione della barra filettata M20 tesata a 5.000 kg per il bloccaggio del manufatto alla barriera con due dadi autobloccanti, classe 8.8.

La tipologia del sostegno, la posa in opera ed il serraggio tra il manufatto ed il sostegno deve essere effettuato come descritto nell'artprecedente.

Qualora per motivi particolari la Direzione Lavori lo ritenga opportuno, la stessa potrà ordinare la messa in opera di due o più bulloni con relativi prigionieri metallici ad espansione M12.

**15.2.4.8 Posa in opera degli impianti su paletti M100 o di sostegno del guardrail**

Il tubolare di sostegno in ferro, chiuso nella parte superiore con tappo di gomma o materiale plastico, deve essere fissato al paletto M100 o a quello di sostegno del guardrail mediante due staffe in acciaio realizzate come da art. seguente.

**15.2.4.9 Posa in opera degli impianti su punti particolari**

Nel caso in cui l'impianto deve essere installato in punti non previsti agli articoli precedenti, il manufatto di ancoraggio predisposto deve essere posizionato secondo le indicazioni della Direzione Lavori.

**15.2.4.10 Segnaletica antinebbia**

Nei tratti autostradali classificati ad alta frequenza di nebbia può essere installata una specifica segnaletica verticale didattica che ha il compito di fornire alla clientela in viaggio

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

indicazioni sulla condotta di guida più consona all'intensità di nebbia presente. Tale segnaletica deve essere composta da cinque tipologie di cartelli

- Tipo A: indica l'inizio del tratto antinebbia;
- Tipo B: indica gli elementi caratterizzanti il tratto antinebbia;
- Tipo C: indica la velocità consigliata in caso sia visibile al cliente un unico delineatore o semiellisse;
- Tipo D: indica la velocità consigliata in caso siano visibili al cliente due delineatori o semiellissi;
- Tipo E: indica il termine del tratto antinebbia.

I suddetti cartelli devono essere installati lungo il tratto seguendo le seguenti disposizioni:

- all'inizio del tratto devono essere installati i segnali di tipo A,B,C e D;
- ogni 5 km e dopo l'ingresso dalle stazioni autostradali devono essere installati i segnali B,C e D;
- la distanza tra i segnali deve essere di circa 200 m
- il termine del tratto deve essere identificato con il cartello di tipo E.

La grafica dei segnali di tipo B, C e D varia a seconda della tipologia della carreggiata, pertanto questa unitamente alle misure e al tipo di pellicola deve essere conforme a quanto previsto nel presente Capitolato Speciale.

#### **15.2.4.11 Numerazione delle opere soprapassanti**

Per ogni opera soprapassante devono essere posizionati due impianti.

Questi devono essere collocati ad una distanza di circa 40/60 m prima e dopo l'asse del cavalcavia stesso.

Ogni impianto deve essere costituito da un sostegno o struttura al quale devono essere montati due cartelli (900x900 o 600x600 mm) con l'indicazione dell'autostrada e del numero progressivo dell'opera soprapassante.

La posa in opera degli impianti deve essere eseguita nello spartitraffico ed i segnali devono essere posizionati in modo tale che abbiano un'inclinazione rispetto al flusso del traffico di 93°. Solamente dove non sia possibile l'installazione dei segnali, anche di formato ridotto, sul lato sinistro della carreggiata (es. muro a retta), questi devono essere collocati sul lato

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

destro garantendo comunque una perfetta visibilità dei cartelli sia sulla sede autostradale che dal cavalcavia.

In presenza di autostrade con carreggiate a sedi separate o con larghezze di banchina centrale tali da non consentire una corretta visibilità e leggibilità del messaggio riportato sui segnali, si devono posizionare due impianti per ogni carreggiata.

In vicinanza di cavalcavia a ridosso di gallerie, gli impianti devono essere posizionati comunque all'esterno dei tunnel.

Quando due o più cavalcavia sono ad una distanza ridotta tra di loro (es. 40 m) gli impianti devono essere installati a distanze inferiori a quelle prescritte e comunque a non meno di 5 m dalla proiezione del cavalcavia stesso sulla carreggiata autostradale, al fine di garantire la leggibilità dei segnali dal cavalcavia.

L'altezza tra il bordo inferiore del cartello e la pavimentazione deve essere minimo 1,70 m e massimo 1,80 m. Fanno eccezione le targhe in posizioni particolari la cui altezza sarà stabilita di volta in volta dalla Direzione Lavori. In nessun caso il segnale deve essere posizionato in modo tale da superare in larghezza la sagoma della barriera di sicurezza.

Qualora nello spartitraffico sia presente la rete per impedire l'attraversamento della carreggiata, i segnali devono essere collocati al di sopra della rete stessa.

La numerazione delle opere soprapassanti deve avere origine dal primo caposaldo e deve essere progressiva.

L'Appaltatore è responsabile della resistenza degli impianti.

Le opere soprapassanti sono numerate sequenzialmente secondo la Direttiva del Ministero dei Lavori Pubblici n°1156 del 28 febbraio 1997.

#### **15.2.4.12 Segnali di limite massimo di velocità in caso di nebbia**

I cartelli compositi di limite massimo di velocità in caso di nebbia devono essere installati sulle tratte soggette a tale fenomeno atmosferico e contenute nel Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici n. 335 del 16 febbraio 1993.

La composizione grafica di tali cartelli è contenuta nel citato D.M.

Le caratteristiche costruttive dovranno essere comunque conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale.

### **15.2.4.13 Segnaletica di indicazione delle modalità di pagamento**

Le specifiche costruttive devono essere conformi a quanto contenuto nel presente Capitolato Speciale.

Le composizioni grafiche e le tipologie dei materiali da utilizzare sono contenute nell'elaborato tecnico VTP2005.

### **15.2.5 Rettifiche e rimozione**

#### **15.2.5.1 Rettifiche alla segnaletica**

L'Appaltatore si deve assumere la responsabilità della perfetta conservazione della segnaletica in opera accollandosi l'incarico di eseguire le eventuali correzioni, modifiche o aggiunte sui cartelli già in opera che possono essere ordinate dalla Direzione Lavori fino al giorno del collaudo.

Nel caso di piccole correzioni, l'Appaltatore deve provvedere sul posto alla modifica impiegando pellicole autoadesive.

Quando sia necessario operare in laboratorio dette correzioni, queste devono essere eseguite nel modo descritto all'art. relativo.

Le sopraccitate modifiche devono essere compensate come da Elenco Prezzi. Il giudizio sull'esattezza del posizionamento dei segnali deve essere riservato in modo insindacabile alla Direzione Lavori e rimane ad esclusivo carico e spesa dell'Appaltatore ogni operazione e fornitura relativa allo spostamento dei segnali giudicati non correttamente posati.

#### **15.2.5.2 Rimozione della segnaletica**

Gli impianti segnaletici devono essere completamente rimossi dalla sede di posa. I materiali di risulta devono essere trasportati dall'Appaltatore nelle seguenti destinazioni di ricovero:

- Magazzini autorizzati, per i profilati in ferro di qualsiasi forma e dimensione e per l'alluminio;
- Discarica autorizzata, per i basamenti di fondazione.

Deve essere, inoltre, ripristinato sullo spartitraffico, sulle scarpate o in qualunque altra situazione di continuità il preesistente piano di posa.

## 15.2.6 Indicazioni progettuali specifiche

### 15.2.6.1 Segnali Ponte e Galleria

Le targhe indicanti i viadotti sono previste solo se la lunghezza del manufatto è  $\geq$  50 m. (fig. II 317 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n°495).

Le targhe indicanti le gallerie sono sempre previste indipendentemente dalla lunghezza del manufatto. (fig. II 316 art. 135 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n°495)

### 15.2.6.2 Itinerari internazionali

Gli itinerari internazionali (fig. II 256 art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n° 495) devono essere indicati con le modalità di seguito indicate:

#### Lungo il tratto stradale

- 1 - sul preavviso di bivio, alla sinistra del capostrada o caposaldo. Qualora la lunghezza del toponimo sia tale da rendere problematico l'inserimento della fig. II art. 129 del D.P.R. 16 dicembre 1992, n°495, quest'ultima deve essere impaginata sotto il toponimo, allineata a sinistra sul pannello di sinistra del portale alla sinistra del capostrada o caposaldo;
- 2 - nel caso che un tratto autostradale faccia parte di due o più "itinerari internazionali" le indicazioni di prosecuzione sui preavvisi di bivio e sui portali devono essere integrate con le due o più sigle fino al loro punto di divergenza;
- 3 - quando due autostrade si intersecano direttamente o tramite un'altra autostrada, sulla autostrada A deve essere data l'indicazione dell'autostrada B e si deve indicare l'itinerario di inizio dell'autostrada B.

#### In corrispondenza delle uscite stradali

- 1 - se l'itinerario internazionale esce dall'autostrada e prosegue sulla strada di intersezione:
  - sul preavviso di bivio, inserito nel tratto orizzontale della freccia a destra, prima del nome della stazione o dello svincolo;
  - sul pannello di destra del portale, alla sinistra del nome della stazione o dello svincolo;
  - sul preavviso di bivio e sulle frecce di cuspidi relativi all'intersezione esterna;
- 2 - se l'itinerario è indicato solamente sui cartelli degli itinerari esterni, il segnale di indicazione degli itinerari internazionali deve essere riportato solo sulle frecce di cuspidi relative all'intersezione esterna.

### In corrispondenza delle entrate autostradali

- 1 - nel preavviso di bivio, sulla viabilità esterna, a sinistra dell'indicazione del tratto autostradale che si andrà a percorrere;
- 2 - sulle frecce di indicazione in cuspidi;
- 3 - sul preavviso di bivio posto subito dopo le stazioni autostradali, in entrata. Nel caso in cui non sia possibile installare tale cartello:
  - se l'itinerario internazionale è unico, per le due direzioni, non deve essere indicato su nessun cartello;
  - se l'itinerario internazionale è più di uno, questi saranno indicati nei segnali di direzione posti in cuspidi in entrata subito dopo la stazione.

#### **15.2.6.3 Segnali retro-illuminati in galleria**

A discrezione della Direzione Lavori all'interno delle gallerie possono essere installati, in alternativa alla normale segnaletica rifrangente, dei segnali retroilluminati (illuminati per trasparenza) sia per le eventuali prescrizioni/indicazioni di codice che per segnalare dotazioni di emergenza, colonnine SOS, vie di fuga o localizzazione luoghi sicuri.

Tutta la segnaletica utilizzata dovrà essere conforme alle caratteristiche costruttive e prestazionali previste dalla norma UNI 12899-1 del gennaio 2003 e a quanto contenuto negli articoli 156 e 157 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Codice della Strada.

Qualora il segnale illuminato per trasparenza sia in avaria, lo stesso deve mantenere le sue caratteristiche colorimetriche e di rifrangenza.

#### **15.2.6.4 Segnali per vie di fuga e luoghi sicuri in galleria**

I segnali all'interno delle gallerie utilizzati per segnalare le vie di fuga o i luoghi sicuri dovranno essere conformi a quanto contenuto nel D.Leg. n°264 del 5 ottobre 2006 di attuazione della Direttiva Europea 2004/54/CE del 29 aprile 2004.

#### **15.2.7 Certificazioni e prove**

I materiali da impiegare nelle lavorazioni devono essere forniti da Produttori che dimostrino la disponibilità di un efficiente sistema per il controllo qualitativo della produzione, in conformità della Circolare del LL.PP. n. 2357 del 16/05/1996 e successive modificazioni.



---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La qualità dei materiali deve essere comunque verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà necessario ed in qualsiasi fase della produzione e/o realizzazione dei lavori.

Le unioni bullonate, compresi i tirafondi di fondazione, devono essere sottoposte all'atto della posa in opera, dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, a verifica con chiave dinamometrica, tarata e dotata di bussole intercambiabili, dei valori della coppia di serraggio previsti in progetto, sulla base delle indicazioni riportate nella norma CNR UNI 10011/88.

Per ogni giunto devono essere verificati da quattro a sei bulloni e deve essere redatto il relativo verbale di constatazione.

Per le unioni saldate si dovrà produrre le certificazioni, rilasciate da Istituti o Laboratori di certificazione riconosciuti legalmente, le quali attestino che tutte le saldature relative a tutte le unioni di forza ed il 20% delle saldature di dettaglio di ogni singola struttura o portale, sono state sottoposte a controllo manuale mediante ultrasuoni nel rispetto della norma UNI EN 1714/05. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina o nei laboratori e di prelevare in qualsiasi momento, senza preavviso ed anche dopo la fornitura in opera, campioni di tutti i materiali impiegati per sottoporli alle analisi e prove che riterrà opportuno eseguire presso noti Istituti specializzati, autorizzati e competenti, allo scopo di rendere soddisfatte tutte le prescrizioni richiamate nel presente Capitolato Speciale.

I prelievi di materiale devono avvenire in contraddittorio con un rappresentante dell'Appaltatore e deve essere redatto il relativo verbale di prelievo.

Le campionature relative alla zincatura possono essere inviate dalla Direzione Lavori ad un laboratorio di fiducia per essere sottoposte alle analisi di controllo.

Le relative spese per sottoporre ad analisi e prove i vari campioni, comprese quelle di prelievo e di spedizione prima e dopo la verifica verranno addebitate al fornitore.

### **15.3 DELINEATORI**

#### **15.3.1 Delineatori stradali**

I delineatori stradali fanno parte del gruppo dei "Segnali Complementari".

Per delineatori complementari si intendono, ai sensi dell'articolo 42, comma 1 del Codice della Strada, quei dispositivi e mezzi segnaletici destinati ad evidenziare o rendere noto:

1 - il tracciato stradale;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- 2 - particolari curve e punti critici;
- 3 - ostacoli posti sulla carreggiata o ad essa adiacenti.

I segnali complementari si suddividono in:

- 1 - delineatori normali di margine;
- 2 - delineatori speciali;
- 3 - mezzi e dispositivi per segnalare gli ostacoli;
- 4 - isole di traffico.

#### **15.3.1.1 Delineatori normali di margine**

Le caratteristiche dei delineatori normali di margine sono prescritte dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e di Attuazione del Nuovo Codice della Strada.

Impiegati lungo le strade/autostrade, ne indicano i margini visualizzando a distanza le carreggiate. Lungo le carreggiate autostradali e sui rami di svincolo monodirezionali i delineatori in sinistra dovranno avere due elementi rifrangenti di colore giallo della superficie minima rifrangente di 30 cm<sup>2</sup> e quelli in destra uno della superficie minima rifrangente di 60 cm<sup>2</sup>.

Sui rami di svincolo bidirezionali i delineatori in sinistra, rispetto alla corrente di traffico dovranno avere un elemento rifrangente di colore bianco e in destra un elemento rifrangente di colore rosso; entrambi dovranno avere una superficie minima rifrangente di 30 cm<sup>2</sup>.

Le caratteristiche fisiche e chimiche dei materiali da usare per la costruzione dei delineatori normali, le dimensioni e le forme degli stessi, nonché i requisiti fotometrici e colorimetrici degli elementi rifrangenti sono stabiliti con apposito disciplinare tecnico approvato con Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica.

I delineatori sono costituiti da paletti di colore bianco con fascia nera alta 25 cm, posta nella parte superiore, nella quale devono essere inseriti elementi rifrangenti volti verso le correnti di traffico interessate.

Il paletto del delineatore deve essere a sezione trapezoidale con spigoli arrotondati che devono potersi iscrivere in un rettangolo di 10x12 cm, con lato minore parallelo all'asse stradale. Devono essere costruiti mediante soffiaggio, in appositi stampi, di una candela continua di polietilene ad alta densità e della migliore qualità, arricchito di aditivi

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

antivecchiamento. La parte superiore di colore nero dovrà essere incorporata nel segnalimite in fase di stampaggio, escludendosi operazioni di verniciatura o incastro a pressione.

Il materiale utilizzato deve essere sufficientemente elastico ed avere un'elevata resistenza strutturale.

I paletti dei delineatori devono portare impresso l'anno di fabbricazione ed il marchio della ditta produttrice. La stabilità alle escursioni termiche deve essere garantita per una temperatura minima di  $-15^{\circ}\text{C}$  ed una massima di  $+80^{\circ}\text{C}$ .

Il polimero deve presentare valori compresi nei seguenti limiti:

- 1 - purezza del polietilene ad alta densità (trattamento all'ebollizione con tricloroetilene) -il polietilene è puro se assorbe meno del 35% di tricloroetilene e cede al tricloroetilene meno del 4% del suo peso;
- 2 - indice di fluidità (meltindex): 0,2 -0,4;
- 3 - densità: 0,95;
- 4 - carico di rottura: prima dell'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "Weather o meter", deve essere di  $220 \text{ kg/cm}^2$ ; dopo l'esposizione deve essere almeno 85% del valore iniziale;
- 5 - resistenza all'urto: prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza all'urto deve raggiungere un minimo di  $9 \text{ kg/cm}^2$ ; dopo l'irradiazione la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione;
- 6 - la resistenza agli agenti chimici è testata con i sotto elencati agenti aggressivi:
  - cloruro di sodio al 20%;
  - cloruro di calcio al 20%
  - idrossido di ammonio al 10%
  - acido cloridrico al 10%
  - acido solforico al 10%
  - olio minerale
  - benzina

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'accertamento di eventuali modificazioni occorse al paletto segnalimita in esame dovrà essere effettuata mediante pesatura dello stesso prima e dopo l'immersione nelle soluzioni di cui sopra. Nel delineatore di destra, l'elemento rifrangente deve essere di colore giallo, di forma rettangolare e della superficie rifrangente minima di 60 cm<sup>2</sup>; nel delineatore di sinistra i due elementi rifrangenti, posti verticalmente l'uno rispetto all'altro, devono essere di colore giallo, di forma rettangolare e ciascuno, con una superficie rifrangente minima di 30 cm<sup>2</sup>, ad una distanza fra loro pari al doppio dell'altezza di ciascun dispositivo, con una tolleranza in più del 10%.

Sia i catadiottri di destra che quelli di sinistra, corrispondenti, devono avere le stesse dimensioni e caratteristiche, con la base maggiore parallela alla pavimentazione stradale.

Gli elementi rifrangenti devono essere realizzati in metacrilato di metile di colore giallo.

I catadiottri, per essere regolari, devono seguire le seguenti norme:

- 1 - Devono essere omologati dal Ministero dei Trasporti Dipartimento dei Trasporti Terrestri e devono riportare impresso il numero dell'omologazione e il nome del fabbricante;
- 2 - devono essere rettangolari con superficie minima rifrangente di 60 cm<sup>2</sup> e il valore minimo di intensità luminosa dovrà essere di 20 m.c.d./lux cm<sup>2</sup>, rilevato a 20° di incidenza e 20° di divergenza;
- 3 - devono presentarsi inalterati dopo la prova di resistenza all'esposizione per invecchiamento ai raggi ultravioletti e infrarossi (durata della prova 72 h, lampada OSRAM ULTRA LIGHT da 1000 W, temperatura massima 65°C ± 1);
- 4 - devono presentare una perfetta tenuta stagna nella prova di immersione in acqua (durata della prova 24 h, temperatura 20°C ± 1).

Devono inoltre essere collocati come stabilito dall'art. 173 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada: al limite esterno della banchina e comunque a non meno di 50 cm dal bordo esterno della carreggiata.

I delineatori devono essere infissi nel terreno per una profondità di 30 cm, curando sia la verticalità e l'allineamento del paletto stesso che l'angolarità del o dei catadiottri.

Il terreno intorno al paletto va compattato.

I delineatori posizionati su cordoli o cunette in calcestruzzo devono essere infissi in un foro sagomato praticato nel calcestruzzo stesso.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'altezza fuori terra deve essere compresa fra 70 e 110 cm e comunque omogenea con gli altri delineatori adiacenti.

L'altezza tra il bordo inferiore del catadiottri e la pavimentazione stradale deve essere quella figurante nei disegni, curando scrupolosamente che tali altezze restino costanti lungo la medesima tratta anche quando si passa da un tipo all'altro di delineatore.

Su tratte omogenee l'installazione dei delineatori deve essere continuativa, evitando installazioni saltuarie e usando lo stesso tipo di delineatore. Deve essere adottata la spaziatura minima prevista all'art. 173 comma 4 del suddetto Regolamento. In curva i delineatori vanno infittiti con criterio differenziale in relazione al raggio di curvatura.

Nel caso della sostituzione di delineatori in quelle strade/autostrade ove vigono norme diverse dalle presenti, occorrerà effettuare l'installazione per tratte significative, conformi alle prescrizioni del suddetto art. 173 comma 4.

Qualora si presenti la necessità di installare delineatori su manufatti diversi da quelli di seguito elencati dovranno essere studiati i nuovi tipi di supporti e di attacchi, fermo restando i principi basilari prescritti dalle presenti norme.

L'Appaltatore dovrà presentare campioni di ogni tipo di delineatore i quali saranno esaminati dalla Direzione Lavori.

Eventuali proposte di nuove soluzioni presentate saranno prese in considerazione, esaminate e se idonee accettate; comunque, gli elementi rifrangenti devono essere fissati al supporto metallico mediante attacchi a baionetta o simili e comunque mai incollati.

- Nel caso di delineatori su barriere di sicurezza tipo New Jersey, questi devono avere le seguenti caratteristiche:
  - i supporti devono essere realizzati in alluminio di spessore 20/10 mm;
  - i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima rifrangente di 10x6 cm.
- Nel caso di posizionamento su New Jersey monofilari, i delineatori devono essere installati utilizzando i fori esistenti nel manufatto, con tassello ad espansione.
  - Detto tassello, sotto l'azione di una vite a brucola di 6 mm, dilatandosi deve esercitare sulla parete del foro una pressione tale da ostacolarne la fuoriuscita.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Nel caso di New Jersey bifilari e laterali, i delineatori devono essere installati mediante l'impiego di n. 2 tasselli con vite a chiodo.
  - Dette viti devono essere zincate galvanicamente e passivate e devono avere una lunghezza minima di 35 mm con il foro di diametro 6 mm.
- Nel caso di barriere metalliche, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:
  - i supporti devono essere realizzati in lamiera di ferro nello spessore rappresentato nei disegni tipo e zincato a caldo secondo quanto previsto nelle norme CEI 7.6 del luglio 1968;
  - nella realizzazione dei supporti si deve tenere conto della diversa inclinazione delle lame nei vari tipi di guard-rail esistenti sulla rete stradale/autostradale da cui scaturisce una diversa angolazione dell'asta di supporto dei catadiottri rispetto all'onda stessa; questa per mantenere costante la verticalità del dispositivo;
  - i catadiottri, sia quelli di sinistra che quelli di destra, devono aver dimensioni che garantiscano una superficie minima di 10x6 cm;
  - devono essere posizionati sulla parte superiore del nastro con sistemi di attacco tali da non interessare in alcun modo la bulloneria necessaria per l'unione tra le barriere e quella tra le barriere e i montanti;
  - Il metodo di attacco deve essere del tipo indicato negli elaborati progettuali, formato da piastra di acciaio sagomata e collegata al supporto tramite una vite a brucola del diametro di 6 mm, anche essi zincati come sopra.
- Nel caso di muri di controripa, i delineatori devono avere le seguenti caratteristiche:
  - I supporti devono essere realizzati in alluminio spessore 20/10 mm;
  - i catadiottri devono avere una superficie riflettente di 15x10 cm;
  - Per mantenere il lato maggiore del catadiottro orizzontale occorre determinare l'inclinazione del muro stesso e conseguentemente la piegatura da dare al supporto;
- Nel caso di cordoli, muretti ed elementi prefabbricati di varie altezze devono essere realizzati delineatori con supporti tali da mantenere orizzontalità e altezza costante.
  - Il fissaggio di detti delineatori deve esser eseguito come quello indicato per i New Jersey.

### **15.3.1.2 Delineatori speciali**

Per delineatori speciali, secondo l'art. 174 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, quei delineatori utilizzati come dispositivi permanenti tra cui:

- delineatori in galleria
- delineatori modulari di curva

I delineatori in galleria devono avere le caratteristiche previste dalle presenti norme e di seguito elencate.

I catadiottri, sia quello di destra che quelli di sinistra, devono avere le dimensioni della superficie rifrangente di 15x10 cm.

In sinistra oltre ai due catadiottri posti nel senso di marcia, il delineatore ne deve avere un terzo sul retro, con uguali caratteristiche e dimensioni, ma di colore rosso.

In destra oltre al catadiottro posto nel senso di marcia, il delineatore deve avere sul retro un altro catadiottro con uguali caratteristiche e dimensioni ma di colore bianco.

In relazione alle diverse situazioni devono essere adottate le seguenti tipologie di delineatori:

a) Gallerie con guard-rail

- i delineatori devono avere caratteristiche uguali a quelli previsti per i guard-rail a cielo aperto, ma di dimensioni maggiorate, sia nel supporto che nell'attacco e devono essere installati sulla parte superiore della lama;

b) Gallerie senza marciapiede e senza guard-rail

- i delineatori devono avere i supporti in alluminio 30/10 mm in sinistra e 25/10 mm in destra e devono essere installati sui piedritti delle gallerie mediante l'impiego di n. 3 tasselli con vite a chiodo. Dette viti devono essere uguali a quelle utilizzate per delineatori su New Jersey. Per rispettare la condizione di parallelismo bisogna sagomare opportunamente i supporti secondo l'inclinazione del piedritto stesso;

c) Gallerie con marciapiede

- i delineatori devono avere il supporto in profilato di ferro, spesso 4 mm, avente alla base una piastra in ferro saldata di 10x15 cm, spessore 3 mm, zincata a caldo con quattro fori;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- in detto supporto deve essere fissato un pannello in alluminio 30/10 mm per quelli in sinistra e 25/10 mm per quelli in destra, sui quali devono essere fissati i catadiottri necessari;
- il montaggio del delineatore al marciapiede deve essere ottenuto mediante n. 2 bulloni e prigionieri metallici ad espansione.

Va tenuto presente che, alla luce di quanto contenuto nell'art. 174 del Regolamento, in galleria la spaziatura longitudinale deve essere di 15 metri salvo il tratto di imbocco, della galleria stessa, in cui il distanziamento sarà di 8 metri, per i primi 10 elementi; per curve con raggio inferiore a 500 metri ad una distanza di 7,5 metri.

I delineatori modulari di curva sono regolamentati dall'art. 174 comma e) del Regolamento. Devono essere impiegati nei casi in cui la percezione dello sviluppo della curva risulti poco agevole; la stessa deve essere quindi segnalata con una serie variabile di pannelli, denominati pannelli modulari di curva Fig. Il 468 del Regolamento di Esecuzione e Attuazione del Nuovo Codice della Strada, delle dimensioni di 90x90 cm. In condizioni particolari -svincoli, rampe, ecc.

- qualora gli spazi non siano sufficienti per l'installazione del formato normale, sarà possibile utilizzare il formato ridotto 60x60 cm.

Tali pannelli devono essere realizzati in alluminio 25/10 mm, la faccia anteriore ricoperta da pellicola nera non retro-riflettente e il disegno a punta di freccia realizzato con pellicola bianca retro-riflettente di classe 2 superiore.

I pannelli devono essere distanziati di circa 15 metri ed essere installati nello spartitraffico, o sul bordo laterale della carreggiata, lungo tutto lo sviluppo della curva tra i due punti di tangenza con i rettifili collegati alla curva stessa.

Il punto di inizio e quello di fine dei pannelli potrà essere anticipato o prolungato qualora se ne ravveda la necessità.

Infine, nelle strade/autostrade con tracciato per clotoide e curve circolari, il punto di inizio e fine deve corrispondere con l'inizio e la fine delle clotoidi.



## **15.4 SEGNALETICA ORIZZONTALE**

### **15.4.1 Segnaletica orizzontale**

#### **15.4.1.1 Premessa**

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato stradale/autostradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie applicative diverse, deve rispondere a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

La classificazione per livelli applicativi indirizza all'uso preciso di materiali da utilizzare per segnaletica orizzontale le cui proprietà rispondono a differenti standard di sicurezza.

Pertanto l'impiego di un materiale viene individuato in base a determinate condizioni: nebbia, pioggia, neve, galleria, andamento planoaltimetrico del tracciato presenti nella zona in cui si deve operare.

L'Appaltatore, prima e durante i lavori, deve essere in grado di operare conoscendo i supporti su cui intervenire, i materiali da utilizzare e i macchinari con cui effettuare la messa in opera secondo quanto riportato nella Norma UNI 11154:2006.

Qualsiasi tipo di segnaletica orizzontale da realizzare deve essere conforme a quanto stabilito dal nuovo Codice della Strada Direzione Lavori n° 285 del 30/04/1992, dal Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del nuovo codice della strada D.P.R. n° 495 del 16/12/92, così come modificato dal D.P.R. 16 Settembre 1996 n° 610 e dai disegni esecutivi di progetto.

#### **15.4.1.2 Classificazione dei materiali per segnaletica orizzontale**

I materiali da utilizzare per la segnaletica orizzontale sono classificati nel seguente modo:

##### **15.4.1.2.1 Pitture:**

Possono essere di due tipi:

- 1 - idropitture con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

La idropittura è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resina e plastificanti, pigmenti e materiali riempitivi il tutto contenuto in una sospensione a base d'acqua.

- 2 - pitture a freddo con microsfere di vetro postspruzzate(\*);

La pittura a freddo è un prodotto verniciante liquido costituito da una miscela di resine

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

e plastificanti, da pigmenti e materiali riempitivi; il tutto disperso in diluenti e solventi idonei.

**15.4.1.2.2 Termoplastico con microsfere di vetro premiscelate e postspruzzate(\*):**

Il materiale termoplastico è un prodotto verniciante costituito da una miscela di resine idrocarburiche sintetiche plastificate con olio minerale, da pigmenti ed aggregati, da microsfere di vetro premiscelate, privo di solvente e fornito in uno o più componenti applicati con attrezzature appropriate.

**15.4.1.2.3 Laminati elastoplastici (nastro stradale elastoplastico preformato)**

I nastri stradali elastoplastici preformati:

- 1 - per applicazioni provvisorie;
- 2 - per applicazioni poco sollecitate;
- 3 - per applicazioni altamente sollecitate

(\*) Le microsfere di vetro impiegate per la postspruzzatura devono essere marcate "CE" come definito dalla norma UNI EN1423:2004.

**15.4.1.3 Tratti antinebbia**

Sui tratti autostradali individuati come "antinebbia" la linea di margine destro può avere le seguenti caratteristiche:

- lo spessore della striscia con elementi a rilievo non deve essere maggiore di 6 mm, così come descritto all'art. 141 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada D.P.R. 16.12.1992 n.495.
- la forma, dimensioni e frequenza del rilievo deve essere come indicato nei disegni di progetto.

**15.4.1.4 Caratteristiche dei materiali**

Vengono di seguito definiti i requisiti, in base a quanto previsto dalla normativa UNI EN 1436:2004, ai quali tutti i prodotti, impiegati nei lavori di segnaletica orizzontale, devono ottemperare per tutta la loro vita utile.

Valori prestazionali minori a quelli richiesti sono da considerare insufficienti a garantire il mantenimento degli standard di sicurezza previsti.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La segnaletica orizzontale deve essere efficiente subito dopo la posa in opera. Gli standard prestazionali richiesti sono:

- Colore
- Retroriflessione (Visibilità notturna)
- Resistenza allo slittamento SRT Skid Resistance Tester (resistenza al derapaggio)
- Tempo di essiccazione

Il colore dei prodotti di segnaletica orizzontale è la sensazione cromatica percepita dall'osservatore; viene definito mediante le coordinate di cromaticità riferite al diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 -1991).

I colori dei prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c devono rientrare, per tutta la loro vita funzionale, all'interno delle zone determinate dalle coordinate cromatiche, rilevate secondo le metodologie di cui ai successivi articoli e riportate nella tabella seguente:

Punti d'angolo delle regioni cromatiche per i colori bianco e giallo misurati con illuminante standard D65 (ISO/CIE 10526).

Colore	Vertici				
		1	2	3	4
Bianco (materiali tipo a,b,c)	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y2) (materiali tipo a,b,c)	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483
Blu <sup>(c)</sup>	x	0.078	0,150	0.210	0.137
	y	0171	0,220	0.160	0.038
Geometria di lettura: 45°/0°, illuminazione a (45°±5°) e misura a (0°±1°)					
Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria ( <b>cantieri di lunga durata</b> )					
<sup>(c)</sup> valori definiti secondo il diagramma colorimetrico standard CIE (ISO/CIE 10526 - 1991)					

La retroriflessione della segnaletica orizzontale è determinata dall'illuminazione artificiale della segnaletica stessa e viene definita dal valore del coefficiente di luminosità retroriflessa.

Il valore minimo del coefficiente di luminosità retroriflessa (RL) in condizioni di superficie stradale asciutta, rilevato secondo la metodologia di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita utile di:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Tipo di materiale e colore		Valore minimo RL ( $\text{mcd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{lx}^{-1}$ )
a,b	Bianco	150
a,b(classe Y2)	Giallo	150
c	Bianco	300
c (classe Y2)	Giallo	150

Nota: per il giallo la classe Y2 è intesa per segnaletica provvisoria (cantieri di lunga durata)

La segnaletica orizzontale deve possedere nelle sue caratteristiche una resistenza al derapaggio creato dalla interazione tra il pneumatico ed il prodotto segnaletico in condizioni sfavorevoli. Il valore minimo, rilevato secondo le metodologie di cui ai successivi articoli, deve essere per i prodotti di segnaletica orizzontale di tipo a, b e c e per tutta la loro vita funzionale di:

Classe	Valore SRT minimo
S1	SRT >45

Nota: SRT (british portable Skid Resistance Tester).

Il tempo di essiccazione rilevato secondo le metodologie di cui al successivo articolo, deve rientrare nei tempi di seguito indicati.

Per le pitture il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie stradale/autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve asciugarsi entro 15 minuti dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Le idropitture devono essere impiegate con una temperatura dell'aria superiore a 10° e con un umidità relativa inferiore a 80%.

Il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale applicato sulla superficie autostradale (manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio), alla temperatura dell'aria compresa tra +10°C e +40°C ed umidità relativa non superiore al 70% deve solidificarsi entro 30 secondi per lo spruzzato ed entro 180/240 secondi per l'estruso dall'applicazione.

Trascorso tale periodo di tempo il materiale da utilizzare per segnaletica orizzontale non deve sporcare o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In presenza di superfici umide e/o con umidità relativa superiore al 70%, a discrezione della Direzione Lavori e/o per motivi di sicurezza del traffico, l'applicazione della segnaletica deve essere preceduta da una fase d'asciugatura della pavimentazione (termoriscaldatura) al fine di garantire una perfetta adesione del prodotto.

Prefabbricato conformabile (laminato elastoplastico).

La completa essiccazione del primer, al fine di facilitare l'adesione del prodotto alla pavimentazione, deve avvenire entro 15 minuti dall'applicazione. Dopo la rullatura i laminati devono essere trafficabili. Prefabbricati conformabili (laminato elastoplastico)

La striscia laminata deve essere costituita da laminati elastoplastici, autoadesivi costituiti da polimeri d'alta qualità, contenenti microgranuli di materiale speciale ad alto potere antisdrucchiolo, di pigmenti stabili nel tempo e con microsferi di vetro o di ceramica con ottime caratteristiche di rifrazione ed ad elevata resistenza all'usura.

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

I laminati devono essere facilmente applicabili su qualunque tipo di superficie: manto bituminoso, manto bituminoso drenante, manto in conglomerato cementizio

La scelta del laminato, tipo C2 o C3, incassato su pavimentazione nuova o applicato su pavimentazioni esistenti, deve essere effettuata in base alla vita funzionale prevista del manto bituminoso. Potranno essere posti in opera mediante i procedimenti seguenti:

- incassandoli in pavimentazioni nuove ad addensamento non ancora completamente ultimato e con temperatura compresa tra i 50° e i 70°.
- potrà essere effettuata, se ordinata dalla Direzione Lavori, anche su pavimentazioni realizzate già da tempo, riscaldando la superficie d'incasso con idonea attrezzatura munita di lampade a raggi infrarossi in grado di riscaldare il supporto alle temperature sopra indicate.

(L'incasso in entrambi i modi deve essere realizzato con l'impiego di un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori).

- su pavimentazioni esistenti, preventivamente pulite, utilizzando del primer per facilitarne l'adesione. Prima di applicare il laminato il primer deve essere completamente essiccato. Dopo l'applicazione deve essere pressato con l'impiego di

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

un rullo costipatore, a ruote metalliche, d'adeguato peso e dimensioni accettato dalla Direzione Lavori.

L'applicazione dei laminati deve avvenire con l'impiego d'idonea attrezzatura, approvata dalla Direzione Lavori, automatica e semovente dotata di puntatore regolabile, rulli di trascinamento del laminato e lame da taglio comandate automaticamente.

Le frecce, le lettere e le zebbrature saranno posate manualmente e successivamente sottoposte a rullatura.

#### **15.4.1.5 Controlli standard prestazionali dei materiali**

I controlli previsti degli standard prestazionali dei materiali, devono essere effettuati al fine di verificare il mantenimento dei valori richiesti per tutta la vita funzionale.

Tali verifiche saranno effettuate tutte le volte che la Committente lo riterrà opportuno. Queste devono avvenire in contraddittorio con l'Appaltatore, qualora questo non si presenti, l'avvenuto prelievo o verifica sarà comunicata dal Direttore dei Lavori all'Appaltatore stesso successivamente con espressa scrittura che indichi i termini di riferimento del luogo in cui è stata effettuata la prova.

Le prove a cui saranno sottoposti i prodotti saranno eseguite in cantiere con strumentazioni portatili in sito ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori e riguarderanno:

- Colore
- Retroriflessione
- Resistenza al derapaggio

I controlli delle coordinate cromatiche verranno eseguiti, come previsto dall'allegato C della UNI EN1436:2004, con uno strumento dotato di una sorgente luminosa avente una distribuzione spettrale del tipo D65, come definito dalla norma ISO/CI E 10526.

La configurazione geometrica di misura da impiegare deve essere la 45/0, con un angolo di illuminazione di  $45^{\circ} \pm 5^{\circ}$  e un angolo di osservazione di  $0^{\circ} \pm 10^{\circ}$ .

Gli angoli si intendono misurati rispetto alla normale alla superficie della segnaletica.

La superficie minima misurata deve essere di  $5 \text{ cm}^2$ .

Per delle superfici molto rugose, la superficie di misurazione deve essere superiore a  $5 \text{ cm}^2$ , ad esempio  $25 \text{ cm}^2$ .

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il valore delle coordinate tricromatiche deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e più precisamente:

a) linee longitudinali

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo; in ogni sondaggio devono essere effettuate minimo tre letture dei valori delle coordinate cromatiche.

b) simboli

per ogni simbolo, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

c) lettere

per ogni lettera, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di tre letture.

d) linee trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore delle coordinate tricromatiche, sarà dato dalla media di cinque letture.

I controlli dei valori di retroriflessione verranno eseguiti con apparecchi che utilizzino la geometria stabilita dalla UNI EN1436:2004 allegato B, con le seguenti principali caratteristiche:

- angolo di osservazione  $\alpha = 2,29^\circ$ ;
- altezza osservatore rispetto al piano stradale 1,2 m;
- altezza proiettori rispetto dal piano stradale 0,65 m;
- superficie minima di misurazione 50 cm<sup>2</sup>;
- angolo di illuminazione  $\varepsilon = 1.24^\circ$ ;
- distanza visiva simulata 30 m;
- illuminante A analoga a quella definita dalla ISO/CIE 10526;

Il valore di retroriflessione deve essere determinato, in funzione della tipologia della segnaletica e delle condizioni della superficie stradale come previsto nella UNI EN 1436 allegato B e più precisamente:

e) linee longitudinali

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

deve risultare dalla media di tre sondaggi eseguiti nel tratto scelto per il controllo (tratto riferito ai rapportini giornalieri e/o ordinativi di lavoro).

In ogni sondaggio devono essere effettuate minimo dieci letture dei valori di retroriflessione.

f) simboli

per ogni simbolo, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

g) lettere

per ogni lettera, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di tre letture.

h) strisce trasversali

per ogni striscia trasversale, il valore di retroriflessione, sarà dato dalla media di dieci letture.

I controlli dei valori di resistenza al decapaggio verranno eseguiti con l'apparecchio "Skid Resistance Tester ", come previsto nella UNI EN 1436:2004 allegato D, consistente in un pendolo oscillante accoppiato ad un cursore di gomma nella sua estremità libera.

Lo strumento in oggetto rileva la perdita di energia del pendolo, causata dalla frizione del cursore in gomma su una data area del segnale orizzontale, con risultato espresso in unità SRT.

Il valore di resistenza al derapaggio sarà dato dalla media di cinque letture eseguite in ogni singolo punto scelto, nel tratto riferito ai rapportini giornalieri, se i valori rilevati non differiscono di più di tre unità; altrimenti devono essere effettuate misure successive finché si otterranno cinque valori che non differiscono di più di tre unità.

#### **15.4.1.6 Esecuzione dei lavori**

La posa del materiale dipende dal tipo di prodotto da applicare al quale è associato una specifica attrezzatura. Per il controllo qualità dell'applicazione dei prodotti si deve fare riferimento alla UNI 11154:2006.

Le superfici interessate dalla segnaletica orizzontale devono essere accuratamente pulite in modo da essere liberate da ogni impurità in grado di nuocere all'adesione dei materiali impiegati. E' vietata l'eliminazione di tracce di olio o grasso a mezzo di solventi.



---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

L'applicazione dei materiali deve avvenire su superfici asciutte e deve essere effettuata, con mezzi meccanici idonei cercando inoltre di ridurre al minimo l'ingombro della carreggiata e quindi le limitazioni da imporre alla circolazione.

La posa in opera dei materiali per segnaletica orizzontale deve essere eseguita secondo i tracciati, le figure e le scritte preesistenti o stabiliti negli elaborati progettuali.

Comunque l'Appaltatore è tenuto a propria cura e spese, ad effettuare la rimozione ed il rifacimento della segnaletica giudicata non regolarmente eseguita anche per quanto concerne la sua geometria (dimensioni, intervalli, allineamenti ecc.).

I materiali dovranno avere un potere coprente uniforme e tale da non far trasparire, in nessun caso, il colore della sottostante pavimentazione.

## **CAPITOLO 16.: CARPENTERIA METALLICA**

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**16.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 5 novembre 1971 n° 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n° 321 del 21-12-1971);
- D.M. 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni;
- EN 10025-1: Prodotti laminati a caldo per impieghi strutturali - Parte 1: condizioni tecniche generali di fornitura;
- EN 10025-5: Prodotti laminati a caldo per impieghi strutturali - Parte 5: condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;
- UNI 10011/97: relativa alle costruzioni in acciaio, recante istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione;
- CNR 10016/00: Travi composte in acciaio e calcestruzzo - Istruzioni per l'impiego nelle costruzioni.
- UNI ENV 1090: Esecuzione di strutture in acciaio

**16.2 APPROVVIGIONAMENTO MATERIALI DA COSTRUZIONE****16.2.1 GENERALITA'**

Tutti i materiali impiegati dovranno essere qualificati e marcati CE ai sensi della Direttiva 89/106/CEE di cui al punto 11.3.4 delle Norme Tecniche per le Costruzioni, recepita dal DPR n. 246/93 e s.m.; 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 (vedi Norme Tecniche per le costruzioni par. 11.1 e 11.3.1).

Il Costruttore dovrà esibire gli ordini effettuati per i materiali da impiegare contenenti le specifiche tecniche richieste a progetto, i controlli e le certificazioni cui i materiali stessi dovranno essere sottoposti. In particolare, se non diversamente indicato a progetto, le lamiere dovranno essere approvvigionate con tolleranza sullo spessore classe A UNI EN 10029.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Insieme con gli ordini emessi il Costruttore dovrà esibire le relative conferme d'ordine da parte del produttore, con esplicita accettazione delle specifiche tecniche richieste e indicazione dei tempi di consegna.

Qualora il Costruttore impieghi materiale giacente a magazzino ne dovrà fornire la documentazione d'origine del Produttore.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali il Contraente Generale dovrà presentare alla D.L., in copia riproducibile, il progetto esecutivo controfirmato per condivisione o il progetto costruttivo redatto dall'Impresa in conformità al progetto esecutivo e contenente tutti i dettagli costruttivi che saranno realizzati. Il Contraente Generale dovrà inoltre consegnare una relazione di calcolo contenente la verifica dell'idoneità degli eventuali dettagli modificati proposti, le modalità di montaggio e varo con indicazione di schemi statici transitori e con le verifiche complete della struttura durante le operazioni di montaggio.

I disegni di progetto consegnati dall'Impresa dovranno in particolare contenere le seguenti indicazioni:

- diametri e classi dei bulloni impiegati
- tipologia del collegamento se ad attrito o a taglio
- diametri dei fori in funzione dei bulloni e della tipologia di collegamento;
- coppie di serraggio;
- elementi di posizionamento dei pioli di collegamento travi/soletta, con particolare attenzione ad evitare possibili interferenze con i tralicci delle coppelle, soprattutto per gli impalcati in curva.
- principi di esecuzione delle coppelle e distribuzione dei relativi tralicci di armatura
- classi delle saldature con indicazione delle dimensioni dei cordoni;
- Indicazione dei giunti d'officina e dei giunti in opera;
- Controfrecce d'officina;
- Schemi e fasi di montaggio con indicazione completa delle eventuali opere provvisorie necessarie;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Gli ordini per gli approvvigionamenti dei materiali dovranno essere emessi dopo l'approvazione da parte della D.L. del progetto esecutivo e/o costruttivo presentato dal Contraente Generale.

**16.2.2 MATERIALI IMPIEGATI**

Verranno impiegati acciai di tipo autoprotettivo aventi resistenza migliorata alla corrosione atmosferica con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 J2 W e caratteristiche chimiche in accordo a quanto previsto dalla norma EN 10025-5 per tutti gli elementi da saldare (lamiere per piattabande, anime, piastre, irrigidimenti, ecc.). Nei casi in cui va previsto il ciclo di verniciatura protettiva per le strutture metalliche, è ammesso, previa esplicita autorizzazione della D.L., l'utilizzo di acciai con caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle dell'acciaio S355 J2 e caratteristiche chimiche in accordo a quanto previsto dalla norma EN 10025-1.

Per i profili commerciali non saldati si userà acciaio tipo S355 J0.

E' ammesso solo l'utilizzo di pioli elettrosaldati tipo Nelson secondo norme UNI EN ISO 13918 in acciaio ex ST 37-3K (S235J2G3+C450) con caratteristiche meccaniche a rottura, snervamento e duttilità non inferiori a

$f_y > 350 \text{ MPa}$

$f_u > 450 \text{ MPa}$

Allungamento  $> 15\%$

Strizione  $> 50\%$

La bulloneria, per le caratteristiche chimiche e meccaniche si rimanda alle norme UNI EN 14399, sarà così associata:

- Viti classe 10.9 e 8.8 secondo UNI 5712;
- Dadi 10, 9 secondo UNI 5713;
- Rondelle in acciaio C50 (EN 10083) secondo UNI5714;

## 16.3 LAVORAZIONI DI OFFICINA

### 16.3.1 DOCUMENTAZIONE

Prima di dar corso alle lavorazioni il Contraente Generale dovrà sottoporre alla D.L. la seguente documentazione:

- Disegni di fabbricazione
- Piano di fabbricazione e controlli
- Piano di utilizzo e rintracciabilità dei materiali approvvigionati con riferimento a:
  - posizioni e marche di officina
  - marcatura di qualificazione del prodotto ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni (par. 11.1).
  - estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo

I disegni di fabbricazione saranno redatti sulla base del progetto esecutivo/costruttivo approvato dalla D.L. sentito il progettista rispettando ed eventualmente integrando tutte le indicazioni progettuali in esso contenute. In particolare il progetto approvato dovrà preventivamente essere completato, per quanto riguarda le saldature, da tutti i parametri tecnologici significativi, ovvero:

- procedimenti di saldatura
- preparazioni dei lembi
- materiali d'apporto
- specifiche tecniche di fabbricazione, controllo e collaudo.

I disegni di fabbricazione dovranno essere corredati di distinta materiali contenente, numero, qualità, dimensioni, provenienza e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura. Dovranno inoltre far riferimento a disegni di montaggio che indichino la collocazione del singolo elemento e che consentano alla D.L. il controllo di rispondenza rispetto al progetto.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I disegni di fabbricazione dovranno essere approvati dalla D.L., come rispondenti al progetto esecutivo, preventivamente all'inizio delle lavorazioni, ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore.

Il progetto così completato sarà sottoposto all'I.I.S. od altro Ente terzo di fiducia della D.L. e da questa espressamente autorizzato, che dovrà, a cura ed onere del Contraente Generale, approvare il progetto delle saldature dal punto di vista della concezione dei giunti, della fattibilità, della valutazione dei procedimenti di saldatura previsti.

E' facoltà della Direzione Lavori di sottoporre il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature alla consulenza 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. 14/01/2008 e tenendo conto delle raccomandazioni fornite dall'Ente di consulenza, dalle prescrizioni indicate nelle presenti Norme Tecniche o dal Capitolato Tecnico di appalto.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico del Contraente Generale.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari, non esonerano in alcun modo il Contraente Generale dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

#### **16.4 MODALITA' ESECUTIVE**

Per le modalità esecutive si farà riferimento al capitolo 4.2.9 delle Norme tecniche per le costruzioni (D.M. in vigore) ed ad integrazione di quanto previsto dal D.M. il paragrafo "Regole pratiche di progettazione ed esecuzione" della CNR 10011/97 e la norma UNI EN 1011 parte 2, ovvero , laddove più restrittivo, a quanto indicato nei paragrafi successivi.

Il Costruttore è tenuto a preparare una specifica di fabbricazione dove saranno descritte le modalità di lavoro previste per taglio, preparazione, assiemaggio e saldatura, eventuali sequenze, correzione delle deformazioni (procedura di esecuzione delle calde), e dove saranno raccolte le specifiche di saldatura (WPS), l'indicazione delle certificazioni dei procedimenti di saldatura e dei saldatori. Questo documento dovrà accompagnare i disegni ed essere approvato dall' IIS o altro Ente terzo.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le lavorazioni di officina saranno effettuate secondo quanto previsto nell'apposito Piano di fabbricazione, a meno di motivate deroghe richieste dal Costruttore ed autorizzate dalla D.L.

Deroghe non esplicitamente autorizzate, ancorché contenute nel piano di fabbricazione, non saranno accettate.

#### **16.4.1 SOGGEZIONI AMBIENTALI**

Le saldature di cantiere devono essere eseguite avendo cura di proteggere dagli agenti atmosferici con mezzi adeguati le aree interessate.

Non potranno essere eseguite saldature se la temperatura è inferiore a  $-5^{\circ}\text{C}$  nelle immediate vicinanze della saldatura stessa. La temperatura ambiente potrà anche essere più bassa di  $-5^{\circ}\text{C}$  purché sorgenti di calore e protezioni siano sufficienti a mantenere la temperatura nella zona adiacente alla saldatura uguale o superiore a  $-5^{\circ}\text{C}$ .

La verniciatura in opera, ove prevista, deve essere fatta secondo le specifiche di capitolato tecnico.

#### **16.4.2 TOLLERANZE GEOMETRICHE**

Per quanto riguarda le tolleranze esecutive si fa riferimento alla norma UNI ENV 1090 se non diversamente indicato a progetto. Eventuali deroghe adeguatamente motivate, dovranno essere esplicitamente approvate dalla D.L., sentito il parere del progettista. In generale le tolleranze di costruzione devono essere compatibili con quelle relative all'opera finita, tenuto conto delle modalità di montaggio e delle tolleranze riconosciute come accettabili dalla normativa sopra specificata.

#### **16.4.3 SALDATURE**

##### **16.4.3.1 *Classi delle saldature***

Vale quanto prescritto nel D.M. in vigore.



### **16.4.3.2 Qualifica del personale e delle procedure**

Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere certificati, dall'Istituto Italiano della Saldatura o Ente Terzo autorizzato, ai sensi del punto 11.3.4.5 del D.M. 14/01/2008.

I saldatori e gli operatori dovranno essere certificati da parte dell'IIS o Ente Terzo autorizzato secondo UNI EN 287-1 e UNI EN 1418 rispettivamente, per i procedimenti e le posizioni di lavoro impiegati.

E' facoltà della D.L. di richiedere, oltre alla certificazione secondo i D.M. vigenti, l'esecuzione di prove di preproduzione su giunti particolari o su macchine saldatrici; e di richiedere talloni di produzione.

### **16.4.4 UNIONI BULLONATE**

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.

L'uso di punzonatrici deve essere esplicitamente ammesso a progetto. Ne è comunque consentito l'uso in forature ridotte di almeno 2 mm e successivamente alesate a diametro definitivo

Di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri:  $D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27$  mm. E' ammesso solo l'uso di bulloni neri; i bulloni zincati sono ammessi solo per esplicita accettazione del progettista ed in ogni caso devono essere ordinati specificatamente per zincatura (ossia il bullone deve essere costruito per la zincatura a caldo).

Per i giunti ad attrito saranno impiegati bulloni precaricati a serraggio controllato; è ammesso l'uso di bulloni tipo HRC a serraggio controllato meccanicamente (con rottura del codolo) secondo quanto previsto dalle norme armonizzate EN 14399-10 e, per quanto non in contrasto con la suddetta norma, le norme NF E 25-812.

I bulloni ad alta resistenza, nel caso di collegamenti a taglio, non dovranno avere il gambo filettato per l'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.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nelle unioni a taglio soggette a vibrazioni e/o inversione di sforzo dovranno essere sempre impiegati idonei dispositivi antisvitamento.

I bulloni 8.8 o 10.9 dovranno essere sempre precaricati ed a serraggio controllato, in tal caso si può evitare l'impiego di tali dispositivi.

Nelle unioni ad attrito le superfici dovranno presentarsi pulite, prive cioè di olio, grasso, calamina, vernice.

Per coefficienti di attrito superiori a 0.3 si dovranno presentare adeguati test a comprova del coefficiente proposto, ed in ogni caso per superfici verniciate. Al riguardo si fa riferimento ai codici UNI EN 1993.1.1, 1993.1.8, UNI ENV 1090.1.

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 dalle norme in vigore, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore (per sostituzione di bulloni M27 è ammesso l'uso di bulloni M30).

Le superfici di contatto al montaggio, nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza devono presentarsi pulite, prive di olio, scaglie di laminazione, macchie di grasso. Eventuali vernici saranno ammesse soltanto se previste a progetto ed in conformità ai relativi test per la verifica del coefficiente di attrito.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave idraulica purché questo sia controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio Ufficiale in data non anteriore a tre mesi.

Per il serraggio dei bulloni si dovranno usare chiavi equipaggiate con un meccanismo limitatore della coppia applicata.

Tali meccanismi dovranno garantire una precisione non minore del  $\pm 5\%$ .

Il serraggio dei bulloni dovrà essere eseguito rispettando i valori della coppia di serraggio indicati dal produttore e comunque nel rispetto del precarico richiesto a progetto.

I bulloni dovranno essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso verso testa) e una rosetta posta sotto il dado (smusso verso il dado).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I giunti da serrare dovranno essere montati nella posizione definitiva mediante un numero opportuno di "spine" in grado di irrigidire convenientemente il giunto e consentire la perfetta corrispondenza dei fori. L'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione.

Si procederà quindi a serrare i bulloni di un estremo dell'elemento da collegare, con una coppia pari a circa il 60 % di quella prescritta , il serraggio dovrà iniziare dal centro del giunto procedendo gradualmente verso l'estremo.

Si provvederà quindi al serraggio dell'altra estremità dell'elemento con modalità analoghe a quelle su esposte. Si provvederà infine al serraggio di tutti i bulloni con una coppia pari al 100% di quella prevista.

Per ogni unione con bulloni il Contraente Generale effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio sul numero di bulloni indicato dalla Direzione Lavori e comunque non inferiore 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. Soltanto in caso di bulloni a precarico garantito meccanicamente tipo HRC il serraggio sarà controllato visivamente.

Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, il Contraente Generale dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

#### **16.4.5 CONNETTORI E PARTI ANNEGATE NEL GETTO**

Ove indicato in progetto, si provvederà ad equipaggiare le membrature in acciaio con appositi connettori per la trasmissione degli sforzi dalle strutture in calcestruzzo a quelle in acciaio.

Il dimensionamento e le modalità di montaggio dei connettori sulle strutture in acciaio dovranno essere eseguiti in accordo alle specifiche indicate nelle istruzioni del CNR 10016-00 e successive modifiche ed integrazioni.

Le parti destinate ad essere integralmente incorporate nei getti di conglomerato cementizio devono essere soltanto accuratamente sgrassate e sabbiare.

#### **16.4.6 DURABILITA'**

Tutte le strutture in acciaio non autopatinabile dovranno essere protette contro la corrosione in accordo alle prescrizioni e specifiche di cui all'articolo "Verniciature" delle presenti Norme Tecniche.

Al fine di evitare ristagni di acqua all'interno, la sezione a cassone chiuso dovrà essere evitata per quanto possibile. Laddove necessaria si prevederà di eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione, evitando la formazione di punti di ristagno, nonché di opportuni passi d'uomo per ispezione.

Le modalità di controllo (delle vernici e della loro applicazione) saranno le medesime di quelle riportate nell'articolo precedentemente richiamato.

Il colore di finitura sarà definito dai documenti di progetto, in mancanza di indicazioni specifiche il Contraente Generale dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

#### **16.5 COLLAUDO TECNOLOGICO DEI MATERIALI**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati prima dell'inizio delle rispettive lavorazioni, con riferimento al piano di fabbricazione (vedi Norme Tecniche per le Costruzioni par. 11.3.4.11.1 e 2).

Particolare attenzione verrà posta nei controlli di assenza di sfogliature ed inclusioni con riferimento a dettagli costruttivi che contemplino azioni ortogonali al piano di laminazione.

E' fatto obbligo al Contraente Generale di avvertire la D.L. dell'arrivo nella sua officina dei materiali che saranno impiegati nella costruzione e di concordare con la D.L. la data di ciascuna operazione di collaudo.

Le prove sui materiali si svolgeranno presso i Laboratori Ufficiali indicati dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, autorizzare l'effettuazione delle prove presso i laboratori degli stabilimenti di produzione, purché questi siano forniti dei mezzi e delle attrezzature necessarie, tarate e controllate da un Laboratorio Ufficiale, ai sensi dell'art. 20 della legge 05/11/1971 n. 1086.

L'entità dei lotti da sottoporre a collaudo, il numero e le modalità di prelievo dei campioni, saranno di regola conformi alle norme UN EN ISO377, UNI 552, UNI EN 1002-1, UNI EN

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

10045-1. 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.

Si precisa che tutti gli acciai dei gradi JR, JO, J2, K2 da impiegare nelle costruzioni dovranno essere sottoposti, in sede di collaudo tecnologico, al controllo della resilienza. Per ogni operazione di collaudo sarà redatto apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dal Contraente Generale.

Di questo verbale sarà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia sarà conservata dal Contraente Generale che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori.

Per tutti gli altri materiali il numero di prove da seguire sarà quello fissato dalle norme citate.

Le prove da eseguire su bulloni e viti saranno eseguite ai sensi della UNI EN 14399 – parte 2.

All'atto della ricezione dei materiali in cantiere, si dovrà verificare che siano corredate di tutta la certificazione richiesta dal presente Capitolato e dalla normativa di legge.

I materiali debbono infatti pervenire dal fornitore accompagnati dalla loro certificazione di qualità in accordo alle prescrizioni del D.M. in vigore ed alle norme UNI qui di seguito citate.

Profilati, piatti, larghi piatti e lamiera: per questi materiali, destinati alla costruzione di pezzi saldati

Ogni lotto di fornitura deve essere corredato da certificazione della composizione chimica e delle caratteristiche meccaniche richieste nel Capitolato e nelle norme:

- EN 10025 per le caratteristiche meccaniche e di resilienza;
- UNI EN 10164 per il coefficiente di strizione;
- UNI EN 10160 per il controllo ultrasonoro.

Materiali vari per elementi non saldati: lamiera striate, grigliati

La certificazione accompagnatoria di ogni lotto deve essere conforme alle Norme UNI - EN 1001.

Bulloneria

Ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme;

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

- UNI EN 14399 per le prove di controllo dimensionale, durezza (HRC), carico di rottura, snervamento;
- UNI EN 14399 per la resilienza, che, calcolata in accordo alla suddetta norma dovrà essere superiore a 30 J a 20°C.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno per verificarne la rispondenza alle Norme di accettazione ed ai requisiti di progetto.

Tutti gli oneri relativi alle prove e ai collaudi sono a carico del Contraente Generale.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese del Contraente Generale, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dal Contraente Generale.

Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dal Contraente Generale che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

## **16.6 COLLAUDO DIMENSIONALE E DI LAVORAZIONE**

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con il Contraente Generale.

Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve prevedersi all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo.

In tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati.

Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, il Contraente Generale informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse.

Entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ogni una delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali.

I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

### **16.7 MONTAGGIO**

Il Contraente Generale sottoporrà al preventivo benestare della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la piena responsabilità del Contraente Generale stesso 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 potrà essere in alternativa a quello previsto a progetto purché ne rispetti i livelli di sicurezza e sia idoneo a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo, in accordo ai tempi contrattuali.

Il progetto di montaggio deve contenere una descrizione esauriente del metodo e una dichiarazione dei livelli di sicurezza ottenuti.

Dovrà dare evidenza, fra l'altro, dei seguenti aspetti:

- posizione e tipologia dei giunti di cantiere
- massima dimensione e peso dei singoli pezzi
- portata e raggio d'azione delle gru previste, con verifica dei relativi scarichi a terra
- identificazione di eventuali azioni orizzontali derivanti dal sistema di montaggio e di azioni verticali eccedenti i valori di progetto
- accessori per garantire accessi e operazioni sicure
- sequenza di montaggio
- descrizione delle varie fasi
- verifiche di stabilità nelle fasi transitorie

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- requisiti di controventature e/o pile provvisorie
- condizioni per la rimozione delle strutture provvisorie
- evidenza delle condizioni di particolare rischio
- controfrecce, compreso i valori da controllare in via transitoria
- fasi di getto delle solette per strutture miste acciaio/cls

Il montaggio non potrà iniziare finché il cantiere per i lavori di costruzione non soddisfi i requisiti del piano di sicurezza.

Prima di dar corso alla posa in opera degli impalcati dovrà essere consegnato alla DL un verbale di verifica del piano di posa degli stessi controfirmato dal Contraente Generale e dall'eventuale Subappaltatore, in segno di manifesta accettazione. In particolare si fa riferimento alle tolleranze di posa previste dalle norme EN 1090.

Prima del posizionamento in opera degli impalcati, indipendentemente dal metodo di varo, si dovranno controllare:

- geometria di assemblaggio di ogni singolo concio
- accoppiamento tra conci contigui
- geometria di controventi e diaframmi, con verifica delle tolleranze foro/bullone
- controllo a spot degli spessori impiegati
- acquisizione dei certificati di approvazione da parte di Ente terzo di eventuali giunti saldati di cantiere
- controlli di serraggio e relative superfici di accoppiamento per eventuali giunti bullonati eseguiti a piè d'opera

A fine posa in opera degli impalcati e prima di dar corso alle fasi di getto delle solette in c.a., si dovrà controllare quanto segue:

- Corrispondenza tra irrigidenti d'anima e asse appoggi
- contromonte residue
- verifica delle reazioni con martinetti idraulici



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nell'impiego delle attrezzature di montaggio, il Contraente Generale è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente fossero 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 siano 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 e, per le strutture con acciaio non autoprotetto, con 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 controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste, con particolare riferimento alle norme EN 1090-1 e 1090-5.

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.

Per i cavalcavia l'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che sia interrotto il traffico sulla sede autostradale già in esercizio, salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione Lavori.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel caso le solette in c.a. siano realizzate mediante l'impiego di cospelle prefabbricate, queste dovranno essere costituite da cls della stessa classe della soletta gettata in opera o superiore. Dovranno inoltre essere sottoposte a prova di carico, nello stabilimento di produzione, con un carico corrispondente al getto in opera incrementato del 50%. Le frecce di prova dovranno essere inferiori alle corrispondenti teoriche ed i residui inferiori al 10% delle frecce reali massime, con incrementi nulli per successive ripetizioni di carico.

- Prima di dar corso al getto in opera si dovranno controllare:

- numero e diametro dei ferri
- materiale dei ferri di armatura
- entità dei copriferro reali

- Il getto della soletta dovrà essere effettuato secondo le fasi di getto previste a progetto. Eventuali modifiche dovranno essere esplicitamente ammesse dal progettista.

## **16.8 PROVE E CONTROLLI IN CORSO D'OPERA**

Tutte le ispezioni e prove saranno eseguite alla presenza della D.L. a cura ed onere del Contraente Generale.

### **16.8.1 CONTROLLO DELLE SALDATURE**

Prima delle operazioni di saldatura dovrà effettuarsi un esame visivo dei lembi al fine di riscontrare eventuali discontinuità; qualora vengano riscontrate discontinuità si dovrà procedere ad un esame magnetoscopico. Le discontinuità di modeste dimensioni (2-3 m di profondità) saranno asportate tramite molatura, altrimenti riparate con procedimento adeguato. A tal proposito la procedura di riparazione sarà sottoposta alla D.L. per approvazione.

Le saldature devono essere controllate a cura del Contraente Generale con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti non accettabili.

I giunti controllati dovranno essere chiaramente identificati sui relativi certificati.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I collegamenti saldati saranno sottoposti a controlli non distruttivi quantificabili, a carattere generale, nelle percentuali indicate:

Giunti a T con cordoni d'angolo ed a parziale penetrazione:

Esame visivo: 100% delle saldature;

Esame magnetoscopico: 20% delle saldature anima-piattabanda delle travi; 10% delle saldature rimanenti.

Giunti testa a testa a piena penetrazione:

Esame visivo: 100% delle saldature

Esame magnetoscopico: 20% delle saldature

Esame ultrasonoro: spessore maggiore o uguale a 20mm: 100% dei giunti tesi, 50% dei giunti compressi, 25% dei giunti soggetti a tau parallela.

Esame radiografico : spessore minore di 20 mm: come sopra

Giunti a T a piena penetrazione:

Esame visivo: 100% delle saldature

Esame ultrasonoro: 100% dei giunti tesi, 50% dei giunti compressi, 25% dei giunti soggetti a tau parallela

Esame magnetoscopico: 20%MT (100% giunti a croce)

Pioli NELSON:

Esame visivo: 100% delle saldature;

Prova di piegamento a 30°: 5% delle saldature

In ogni caso per ogni opera le modalità, le percentuali dei controlli ed i criteri di accettabilità dei difetti saranno stabiliti dalla D.L., sentiti il Progettista e l'Ente Terzo autorizzato.

#### Esame visivo

Sarà applicato, secondo le modalità della UNI EN 970.

#### Esame magnetoscopico

L'esame magnetoscopico sarà condotto secondo le modalità della UNI EN 1290.

#### Esame ultrasonoro.

L'esame ultrasonoro sarà adottato in tutti i giunti a piena penetrazione, e sarà condotto secondo le modalità di classe 1 della norma UNI EN 1714.

#### Esame radiografico.

L'esame radiografico sarà condotto secondo le modalità della norma UNI EN 1435.

### **16.8.2 CONTROLLO DELLE UNIONI BULLONATE**

Il controllo dei nodi imbullonati avverrà con le seguenti modalità:

- Si marcherà dado e vite del bullone serrato per identificare la loro posizione rispetto al coprigiunto;
- Si allenterà il dado con una rotazione di almeno 60°, tenendo ferma la testa della vite dalla parte opposta;
- Si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti in una posizione compresa in un angolo di  $\pm 30^\circ$  rispetto alla posizione originaria.

Si verificherà con la procedura sopra descritta che la coppia di serraggio di almeno il 10% dei bulloni del giunto sia corretta (con un minimo di quattro bulloni per unione bullonata), scegliendo i bulloni da verificare in modo da interessare in maniera regolare tutta l'estensione del giunto stesso.

Nel caso in cui anche un solo bullone del giunto fosse mal serrato, si dovrà procedere a ricontrollare tutti i bulloni.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Prima delle prove di carico si dovrà procedere, dopo preventiva comunicazione alla D.L., alla ripresa delle coppie di serraggio per tutti i bulloni della struttura.

### **16.8.3 CONTROLLO DEI CONNETTORI TIPO NELSON**

Tutti i pioli saranno sottoposti ad esame visivo per accertare l'assenza di discontinuità nel collarino metallico dopo saldatura.

Eventuali discontinuità saranno ripristinate con elettrodi rivestiti.

Non è ammessa la presenza di cricche nelle saldature dei pioli.

Su almeno il 5% sarà eseguita una prova di piega ai sensi delle istruzioni CNR 10016 Appendice B, consistente nel piegamento a 30° a colpi di mazza. In caso di rottura di almeno il 5% dei pioli testati, tutti i pioli della stessa membratura saranno sottoposti alla stessa prova.

### **16.9 CRITERI DI ACCETTABILITA' DEI DIFETTI**

Per quanto riguarda i controlli non distruttivi di cui sopra, le saldature, in funzione della loro importanza, dovranno soddisfare i seguenti requisiti:

Saldature principali: i giunti di testa, i giunti anima-piattabanda, le nervature trasversali alle piattabande o al fondo e tutte le saldature di composizione delle lastre ortotrope, dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN ISO 5817 classe di qualità B;

Saldature secondarie: le altre saldature dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN ISO 5817 classe di qualità C;

Saldature dei Pioli NELSON: le saldature dei pioli dovranno soddisfare i requisiti della norma CNR 10016/00 Appendice B;

#### **16.9.1 ESTENSIONE DEI CONTROLLI IN CASO DI ESITO NEGATIVO**

Nel caso di esito negativo, i controlli non distruttivi saranno estesi per 1 m da ogni lato del difetto o, nel caso di giunti corti (inferiori a 1 m) a due giunti adiacenti.

Nel caso di ulteriori difetti i controlli saranno estesi al 100% del giunto difettoso.

Nel caso vengano rilevati difetti planari, l'estensione al 100% sarà immediata.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il ritorno alle percentuali di controllo stabilite dalla specifica sarà deciso dal committente o dai suoi rappresentanti in funzione dell'esito dei successivi controlli.

### **16.10 COLLEGAMENTI SPECIALI**

I giunti testa a testa di lamiere non previsti a disegno, verranno controllati al 100% con esame visivo (secondo UNI EN 970), magnetoscopico (secondo UNI EN 1290) e ultrasonoro (secondo UNI EN 1714), e verranno riportati sui disegni "as built".

Come criterio di accettabilità, tali giunti dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN ISO 5817 di qualità B.

### **16.11 PERSONALE ADDETTO ALLE ISPEZIONI E CONTROLLI DELLE SALDATURE**

I lavori di preparazione, assiemaggio e saldatura degli elementi strutturali in officina ed in cantiere dovranno essere eseguiti sotto la supervisione di un Organismo Indipendente che dovrà mettere a disposizione personale certificato come EWI (European Welding inspector) con specifica e documentata esperienza nel campo della realizzazione delle strutture metalliche e dei ponti in particolare, con il coordinamento di un EWE ( European Welding Engineer).

I controlli non distruttivi dovranno essere condotti da personale dello stesso Organismo Indipendente, certificato di Livello 2 secondo UNI EN 473, sotto la supervisione di un esperto di Livello 3.

### **16.12 PROVE DL CARICO E COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN ACCIAIO**

Prima di sottoporre le strutture in acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e, di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto.

---

**CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE**

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture, operazioni che verranno condotte, a cura e spesa del Contraente Generale, secondo le prescrizioni contenute nel Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.

## **CAPITOLO 17.: CASSEFORME E CENTINATURA**



## 17.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le presenti prescrizioni si intendono integrative delle Norme Tecniche emanate in applicazione all'art. 21 della legge n°1086 del 05/11/1971 e delle norme di legge vigenti in merito a leganti, inerti, acqua di impasto ed additivi nonché delle relative Norme UNI.

In particolare le verifiche e le elaborazioni di cui sopra saranno condotte osservando tutte le vigenti disposizioni di Legge e le Norme emanate in materia.

L'Appaltatore sarà tenuta all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 " Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica" (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- del D.M. 4 maggio 1990 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali" (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).
- del D.M. 14 febbraio 1992 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- del D.M. 9 gennaio 1996 " Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);
- del D.M. 16 gennaio 1996 " Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n°65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);
- Del D.M. 14/01/2008 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);

- UNI EN 206-1 UNI 11104: "Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità"
- UNI 8991 "Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo"

L'Appaltatore sarà tenuto inoltre a presentare all'esame della Direzione Lavori i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere provvisionali non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, il Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

## **17.2 CASSEFORME, ARMATURE DI SOSTEGNO, CENTINATURE E ATTREZZATURE DI COSTRUZIONE**

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 ed in parte isolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- per le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali 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 superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico.

Per la ripresa dei getti dovranno essere adottati gli accorgimenti indicati al punto dedicato dell'articolo "Calcestruzzi".

Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio.

I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio induritosi 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.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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.

Salvo diversamente previsto negli elaborati progettuali, le casseforme a perdere per la realizzazione degli alleggerimenti saranno eseguite casseforme a perdere, realizzate con pannelli di rete tipo "PERNERVOMETAL" o similare montate su strutture di irrigidimento, in tondino di acciaio o in legno, per la costituzione di zone di alleggerimento.

In alternativa, tali zone di alleggerimento potranno essere realizzate con blocchi di polistirolo espanso di adeguato peso specifico, sufficiente cioè a sopportare le pressioni del calcestruzzo in fase di presa.

Sistemi alternativi a quelli descritti potranno essere adottati dal Appaltatore previa approvazione della Direzione Lavori.

## **CAPITOLO 18.: IMPERMEABILIZZAZIONE MANUFATTI IN CLS**

## 18.1 GENERALITÀ

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvedere alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

tali impermeabilizzazioni saranno effettuate mediante:

- membrane elastiche continue in materiale sintetico;
- cappa di mastice di asfalto sintetico;
- guaine bituminose preformate ed armate;
- bitume modificato con elastomeri ed armato;
- vernici bicomponenti in catrame e resine epossidiche.

Gli strati impermeabilizzanti, oltre che possedere permeabilità all'acqua praticamente nulla, devono essere progettati ed eseguiti in modo da avere:

- elevata resistenza meccanica, specie alla perforazione in relazione sia al traffico di cantiere che alle lavorazioni che seguiranno alla stesa dello strato impermeabilizzante;
- deformabilità, nel senso che il materiale dovrà seguire le deformazioni della struttura senza fessurarsi o distaccarsi dal supporto, mantenendo praticamente inalterate tutte le caratteristiche di impermeabilità e di resistenza meccanica;
- resistenza chimica alle sostanze che possono trovarsi in soluzione o sospensione nell'acqua di permeazione. In particolare dovrà tenersi conto della presenza in soluzione dei cloruri impiegati per uso antigelo;
- durabilità, nel senso che il materiale impermeabilizzante dovrà conservare le sue proprietà per una durata non inferiore a quella della pavimentazione, tenuto conto dell'eventuale effetto di fatica per la ripetizione dei carichi;
- compatibilità ed adesività sia nei riguardi dei materiali sottostanti sia di quelli sovrastanti (pavimentazione);
- altre caratteristiche che si richiedono sono quelle della facilità di posa in opera nelle più svariate condizioni climatiche e della possibilità di un'agevole riparazione locale.

Le suaccennate caratteristiche dell'impermeabilizzazione devono conservarsi inalterate:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di  $-10^{\circ}\text{C}$  e  $+60^{\circ}\text{C}$ ;
- sotto l'azione degli sbalzi termici e sforzi meccanici che si possono verificare all'atto della stesa delle pavimentazioni o di altri strati superiori.

Tutti i materiali per impermeabilizzazioni dovranno rispondere ai requisiti prescritti dalle rispettive Norme di accettazione.

Strutture sovrastanti strati impermeabili dovranno essere eseguite dopo il perfetto consolidamento degli strati stessi.

L'esecuzione delle impermeabilizzazioni di qualsiasi genere dovrà essere eseguita con la massima accuratezza, specialmente in prossimità di fori, passaggi, canne, ecc.; il convogliamento di acque meteoriche ai pluviali sarà assicurato mediante idonei pezzi speciali fissati a livello della soletta in calcestruzzo mediante l'impiego di stucchi epossidici al manto impermeabile e muniti di griglia parafoglie. L'impermeabilizzazione dovrà interessare anche le zone dei bocchettoni di scarico delle acque superficiali, ricoprendoli nell'area dei risvolti.

Eventuali perdite che si manifestassero, sino a collaudo eseguito, dovranno essere sanate ed eliminate dall'Appaltatore, a suo totale carico, compreso ogni lavoro di ripristino delle eventuali sovrastrutture.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione delle superfici da impermeabilizzare; dovranno avere adeguate pendenze per un regolare sgrondo delle acque e presentarsi sane, regolari, perfettamente pulite, esenti da olii, grassi, polveri e prive di residui di boiaccia o di malta cementizia, asciutte e stagionate almeno 20 giorni, per assicurare una buona adesione del manto impermeabilizzante. La pulizia sarà ottenuta mediante lavaggio con getti d'acqua in pressione per l'adeguato asporto delle parti incoerenti seguito da una energica soffiatura con aria compressa.

La posa in opera di tutte le impermeabilizzazioni dovrà essere preceduta dalla preparazione della superficie, affinché il supporto sia libero da detriti ed altre irregolarità che possano arrecare danni per punzonamento al manto impermeabile, e comprenderà:

- eliminazione di eventuali asperità, dislivelli, grumi ed imperfezioni in genere mediante
- bocciardatura, spinta anche a fondo;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- stuccatura di eventuali lesioni o vespai;
- pulizia mediante lavaggio con acqua in pressione (almeno 50bar). Dovranno prevedersi prove e controlli di qualità e possibili prove di efficienza.

## **18.2 MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE REALIZZATO CON MEMBRANA ELASTICA CONTINUA IN MATERIALE SINTETICO EPOSSIPOLIURETANICO SPRUZZATA IN OPERA**

La superficie in calcestruzzo da trattare dovrà risultare priva di prodotti disarmanti, come residui di boiaccia, di eventuali residui di impermeabilizzazione preesistente ed altro. A questo fine la superficie dovrà essere sabbiata e/o bocciardata, come pure quando siano stati eseguiti precedenti interventi di ripristino con l'impiego di betoncini o calcestruzzi reoplastici a ritiro compensato. A questi interventi preparatori dovrà seguire una accurata pulizia delle superfici interessate anche mediante idrolavaggi (preferibilmente in periodi caldi o asciutti) e conseguente energica soffiatura con aria compressa.

### **18.2.1 Primer di adesione**

Il primer di adesione dovrà essere costituito da base epossidica ed induritore poliaminoalifatico con solventi, per un residuo secco non inferiore al 60% in peso.

### **18.2.2 Membrana impermeabilizzante sintetica elastica continua spruzzata in opera**

La membrana impermeabilizzante elastica continua dovrà essere costituita da un copolimero epossipoliuretano con presenza attiva di un terzo polimero elastomerico. Il prodotto deve polimerizzare entro le 24 h dal termine della stesa alle condizioni di temperatura  $T \geq 293 \text{ K}$  ed UR  $65\% \pm 5\%$ .

Il materiale applicato dovrà, a polimerizzazione avvenuta, avere le seguenti caratteristiche chimico-fisiche:

- Densità relativa (riferita al prodotto A+B polimerizzato):  $1,15 \pm 0,05 \text{ kg/dm}^2$  (UNI 89-1970).
- Durezza superficiale:  $90 \pm 5$  Shore "A" (UNI 4916-74).
- Resistenza a sollecitazione per trazione: minimo 6 Mpa (UNI 8202 par. 8°).
- Allungamento percentuale a trazione: minimo 80% (UNI 8202 par. 8°).



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Elasticità: massimo 15% (verificata come deformazione residua a trazione) (UNI 8202 par. 10°).
- Resistenza alle basse temperature: integrità per avvolgimento su mandrino cilindrico fino a  $T = 253 \text{ K}$  (UNI 8202 par. 15°).

Adesione al supporto cementizio: minimo 3 Mpa e per valori inferiori purché risulti una rottura coesiva del supporto (riferito alla superficie di prova) almeno pari al 60% della superficie (ASTM 2197-68).

### **18.2.3 Mano d'attacco per il collegamento della membrana con la pavimentazione**

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo ( $T \geq 180 \text{ °C}$ ) in ragione di circa  $0,8 \text{ kg/m}^2$  e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme Tecniche nell'Articolo dedicato alle pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

### **18.2.4 Modalità di applicazione**

Si provvedere al fine di garantire una perfetta adesione tra membrana e supporto alla stesa del "primer" applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura, in quantità comprese tra  $0,20$  e  $0,25 \text{ kg/m}^2$ .

Tale stesa si dovrà estendere a tutta la superficie interna dei cordoli ed anche sulla superficie orizzontale degli stessi, qualora essi non siano già stati protetti con guaine bituminose per effettuare il montaggio dei parapetti New Jersey prima dell'impermeabilizzazione dell'impalcato.

Sulla superficie così pretrattata si dovrà procedere all'applicazione della membrana epossipoliuretana elastomerica mediante idonee apparecchiature automontate ed automatiche che garantiscano, oltre che potenzialità di lavoro adeguata, il controllo dei quantitativi di stesa.

La realizzazione della membrana dovrà essere fatta mediante l'applicazione di un quantitativo di prodotto medio di  $2,9+3,1 \text{ kg/m}^2$  (spessore secco  $2,5 \text{ mm}$ ) tale da garantire una elevata protezione all'azione delle acque meteoriche e degli agenti aggressivi in soluzione (sali fondenti antigelo). La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non verrà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni metereologiche saranno tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 10°C.

Non prima di 12 h dal termine della stesa della membrana impermeabile, nel caso di temperature  $\geq 20^{\circ}\text{C}$ , dovrà seguire l'accurata ed uniforme applicazione della mano di attacco e di collegamento alla pavimentazione nella quantità di 0,8 kg/m<sup>2</sup>.

Detto materiale dovrà essere spruzzato anche sulla parte verticale interna dei cordoli che sarà coperta dalla pavimentazione.

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

### **18.3 CAPPA DI MASTICE DI ASFALTO SINTETICO**

#### **18.3.1 Materiali**

L'impermeabilizzazione degli impalcati delle opere d'arte verrà realizzata mediante applicazione per colata di cappa di mastice di asfalto sintetico di spessore finito non inferiore a 10 mm.

Il mastice d'asfalto dovrà avere la seguente composizione:

Legante:

dovrà essere costituito da una miscela di bitume 40/50 e Trinidad Epureè in rapporto di 5 a 2 in peso.

In alternativa potranno essere usati, previa approvazione della Direzione Lavori, altri bitumi naturali (quali il Selenitza) o gomme termoplastiche, del tipo approvato dalla Direzione Lavori.

I dosaggi di questi materiali saranno definiti da uno studio preliminare da presentare alla Direzione Lavori per la necessaria approvazione.

Illegante sarà dosato in ragione del 15% -19% in peso sulla miscela degli aggregati (corrispondenti al 13%-16% in peso sulla miscela finale), compreso il bitume contenuto nel filler asfaltico.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra  $-0,1 < IP < +0,1$  calcolato secondo la formula:

$$IP = \frac{20u - 500v}{u + 500V}$$

in cui:

v =  $\log 800 - \log$  penetrazione a 298 K;

u = temperatura di P. e A. in K detratti 298 K;

Filler:

dovrà essere passante totalmente al setaccio 0,18 UNI (ASTM n 80) e per il 90% al setaccio UNI 0,075 (ASTM n 200 granulometria da effettuare per via umida) contenuto per il 30-35% in peso sulla miscela degli aggregati.

Il suo potere stabilizzante dovrà essere tale che la miscela di bitume 40/50 e filler, nel rapporto in peso di 1 a 2, dovrà avere un punto di rammollimento P. e A. di almeno 15 K superiore a quello del bitume puro;

Sabbia:

dovrà essere totalmente passante al setaccio 2,5 UNI, pulita ed esente da materiali estranei, naturale e/o di frantumazione, di granulometria ben graduata da 0,075 a 2,5 mm (sarà tollerato al massimo un 5% in peso passante al setaccio 0,075 UNI), contenuta per il 65-70% in peso sulla miscela degli aggregati;

Miscela finale:

la parte lapidea della miscela (sabbia + filler) dovrà avere una percentuale di vuoti (V) compresa tra 18 e 23%.

Il legante totale dovrà saturare tutti gli spazi vuoti, garantendo inoltre una eccedenza compresa tra il 5% ed il 7% ( $V_b - V = 5 - 7$  in cui  $V_b$ , è la percentuale in volume del legante sulla miscela finale).

Il mastice completo, confezionato nel rispetto delle Norme sopra esposte, dovrà avere nelle prove di laboratorio un punto di rammollimento alla prova WILHELMI (Norma DIN 1966) compreso tra 373 e 388 K.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori tra 373 e 403 K.

L'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, prima dell'inizio dei lavori, per la necessaria approvazione, la composizione prevista per il mastice e la curva granulometrica delle sabbie nonché campioni del rapporto finito e dei materiali componenti compresi i primer di attacco, in modo che su di essi possano essere effettuate preventivamente tutte le prove previste nelle presenti Norme.

Nelle lavorazioni si dovranno riscontrare gli stessi materiali e le stesse composizioni di cui ai campioni di prova, con le sole variazioni prevedibili con l'uso di un adeguato processo di produzione su scala reale e comunque rientranti in tutti i limiti espressi in precedenza.

La miscela posta in opera dovrà essere costituita da uno strato continuo e uniforme su tutta la superficie, con spessore minimo di 10 mm e max di 14 mm, da verificare mediante prelievo di campioni.

Dovrà avere una resistenza meccanica tale che, se sottoposta al transito temporaneo degli automezzi gommati di cantiere, non si verifichino schiacciamenti, fessurazioni o abrasioni sul manto.

### **18.3.2 Modalità di applicazione**

Le superfici di conglomerato cementizio da impermeabilizzare dovranno essere stagionate e presentarsi sane e asciutte, esenti da oli, grassi e polvere, prive di residui di boiacca (o di malta cementizia): prima dell'applicazione del mastice si dovrà procedere pertanto ad una accurata pulizia dell'impalcato, mediante spazzolatura e successiva energica soffiatura con aria compressa.

Eventuali punti singolari dovranno essere stuccati e sigillati con idonee malte o stucchi epossidici.

Seguirà la stesa di un idoneo primer che potrà essere costituito, a insindacabile giudizio della Direzione Lavori da emulsione bituminosa al 50-55% o da soluzione di bitume polimerizzato, a medio punto di rammollimento. (P.e A. 358-363 K), in opportuni solventi selettivi additivati di miscele di butadieni, in modo da consentire un aumento del potere adesivo rispetto ai normali bitumi ed un ritardo dell'evaporazione del solvente, ciò al fine di avere una buona facilità di stesa del primer stesso ed una sua elevata penetrazione nella soletta.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le quantità da stendere saranno di 0,5-0,7 Kg/m<sup>2</sup> nel primo caso e di 0,35-0,50 Kg/m<sup>2</sup> nel secondo.

Sul primer verrà posto in opera, dopo evaporizzazione dell'acqua o del solvente, il mastice di asfalto sintetico, mediante colamento del materiale a temperatura di 473 K ( $\pm 10$  K); la sua distribuzione ed il livellamento saranno eseguiti con frattazzi di legno.

Per stese di una certa estensione l'applicazione può essere eseguita a macchina con finitrici particolarmente studiate ed attrezzate, sottoposte a preventiva approvazione della Direzione Lavori.

La posa in opera del mastice non verrà effettuata quando a giudizio della Direzione Lavori le condizioni meteorologiche siano tali da non garantire la perfetta riuscita del lavoro e comunque quando la temperatura esterna sia inferiore a 281 K.

Il mastice asfaltico dovrà essere steso, per quanto possibile, in uno strato regolare e di spessore costante.

Sulla parete interna dei cordoli dovrà essere applicata a caldo, previa mano di primer di ancoraggio, una guaina bituminosa preformata dello spessore di 4-5 mm, avente i requisiti di cui al paragrafo dedicato alle guaine bituminose preformate armate, armata con geotessile non tessuto in poliestere del peso non inferiore a 250 g/m<sup>2</sup>.

La guaina dovrà essere risvoltata per almeno 25 cm rispettivamente sulla cappa di mastice di asfalto e sul coronamento di cordolo. In corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento sarà curata la sede di appoggio della guaina come da dettagli indicati nel punto successivo.

In alternativa al sistema con le guaine potrà essere usato un cordone preformato in mastice bituminoso del tipo TOK-BAND a sezione rettangolare, da far aderire con fiamma in corrispondenza al punto d'incontro soletta-coronamento e che si scioglia con il calore stesso dell'impermeabilizzazione.

I bocchettoni in corrispondenza dei fori di scarico per i pluviali dovranno essere fissati a livello della soletta in conglomerato cementizio con degli stucchi epossidici ed il mastice di asfalto dovrà giungere fino al bordo del foro, coprendo così i risvolti del bocchettone stesso.

Qualora le condizioni dell'impalcato da impermeabilizzare siano tali da determinare irregolarità o soffiature del manto (umidità eccessiva dei conglomerati cementizi di soletta),

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

dovranno essere adottati tutti quei provvedimenti che la Direzione Lavori prescriverà di volta in volta in relazione allo stato dell'impalcato stesso.

In ogni caso si dovrà avere cura che la temperatura dello strato bituminoso, a contatto del manto impermeabile, all'atto della stesa, sia almeno di 413 K in modo da ottenere la sigillatura di eventuali fori presenti nello strato di mastice d'asfalto.

### **18.3.3 Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico**

La confezione del mastice di asfalto colato verrà eseguita con idonei impianti di mescolamento fissi o mobili, approvati dalla Direzione Lavori, di potenzialità adeguata all'entità del lavoro da eseguire.

Tassativamente si prescrive che il dosaggio del legante, del filler e delle sabbie deve essere fatto a peso.

Per ottenere degli impasti perfettamente omogenei, potrà essere eseguita una delle seguenti procedure, a seconda del tipo di impianto a disposizione:

#### Procedura 1:

- a) premiscelazione degli aggregati, compreso il filler, a temperatura di 483-503 K;
- b) aggiunta del bitume nella corretta percentuale, anche esso portato alla temperatura di 423-433 K;
- c) mescolazione dell'impasto per almeno 5 min;
- d) scarico dell'impasto in una apposita caldaia (cooker) coibentata, munita di sistema di riscaldamento e di apposito agitatore;
- e) mescolazione dell'impasto nella caldaia, per un tempo non inferiore a 30 min, alla temperatura di 473-483K onde ottenere l'intima miscela del bitume col filler.

#### Procedura 2:

- a) introduzione nella caldaia del filler e del bitume, dosati separatamente a peso, e mescolazione alla temperatura di 473 K per almeno 30 min, fino ad ottenere l'intima miscelazione del bitume col filler;
- b) aggiunta delle sabbie preventivamente asciugate e riscaldate e mescolamento a temperatura di 473-483 K, fino ad ottenere un impasto perfettamente omogeneo ed uniforme.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La procedura da adottare sarà scelta subordinatamente alla preventiva autorizzazione della Direzione Lavori, in ambedue i metodi di confezionamento occorre che le apparecchiature di riscaldamento siano tali da evitare il contatto diretto di fiamme o gas caldi con i bitumi ed il filler, per non dar luogo ad eccessivi indurimenti o bruciature dei medesimi.

Qualora la confezione non venga fatta sul luogo della messa in opera, il trasporto del mastice verrà effettuato con caldaie mobili (bonze), munite anche esse di agitatore meccanico e apposito impianto di riscaldamento.

#### **18.4 GUAINE BITUMINOSE PREFORMATE ARMATE**

L'impermeabilizzazione dovrà essere realizzata con guaine preformate bitume-polimero, a base di bitume distillato, plastomeri, elastomeri e armatura in tessuto non tessuto di poliestere puro a filo continuo da non meno di 250 g/m<sup>2</sup>. Non è ammesso in nessun caso tessuto non tessuto realizzato da cascami o da fiocco.

##### **18.4.1 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione**

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

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

##### **18.4.1.1 Primer di adesione al supporto**

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

Il primer dovrà essere steso soltanto mediante spazzoloni, su superfici asciutte, prive di residui di lavorazione, oli grassi e polveri, o rese tali. La percentuale di bitume e butadiene presenti nel primer all'atto della stesa sarà compresa tra il 25 ed il 50% in relazione alle condizioni della soletta. La quantità del primer messo in opera sarà compresa tra 350-500 g/m<sup>2</sup>.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

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

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

La messa in opera delle guaine dovrà essere effettuata solo dopo completa evaporazione del solvente. Il tempo di essiccazione a 20°C con umidità relativa pari al 65% sarà pari a circa 3 ore.

#### **18.4.1.2 Massa bituminosa della guaina**

Sarà di tipo plastomerico o elasto-plastomerico.

Dovrà essere escluso l'uso di ogni tipo di carica minerale.

La massa bituminosa costituente la guaina dovrà rispondere alle caratteristiche riportate di seguito, da accertare con prove di qualificazione: -punto di rammollimento P. e A.:  $\geq 423$  K;

- punto di rottura Frass: 258 K;
- massa volumica del compound  $< 1,00$  kg/dm<sup>3</sup>;
- penetrabilità DOW a 298 K (con peso 100 g a 299 K): 20 -30 dmm.

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

#### **18.4.1.3 Armatura delle guaine**

Sarà costituita da geotessile non tessuto ottenuto da fibre di poliestere a filo continuo coesionato mediante agugliatura ed avente le caratteristiche di seguito riportate, da accertare con prove di qualificazione.

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

Dalle prove di qualificazione del tessuto non tessuto dovranno risultare i seguenti valori:

- peso (UNI 5114)  $> 250$ g/m<sup>2</sup>
- resistenza a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)  $\geq 18$  kN/m
- allungamento (UNI 8939)  $> 60\%$
- lacerazione (UNI 8279/9)  $\geq 0,5$  KN



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- punzonamento (UNI 8279/9)  $\geq 3$  KN
- inalterabilità all'azione anche prolungato di sali, alcali, acidi, idrocarburi e microorganismi
- perfetta adesione ed impregnabilità con la massa bituminosa

**18.4.2 Guaina preformata**

Le guaine impermeabili preformate dovranno avere l'armatura in posizione asimmetrica rispetto alla massa bituminosa.

Le guaine dovranno essere sottoposte preliminarmente a prove dalle quali dovrà risultare la rispondenza ai requisiti sottoelencati (con le tolleranze secondo UEAtc):

- massa areica (UNI 8202/7):
 

guaina di spessore non minore di 5 mm	$< 5,300 \text{ kg/m}^2$
guaina di spessore non minore di 4 mm	$< 4,300 \text{ kg/m}^2$
- comportamento a trazione (UNI 8202/8):
 

resistenza longitudinale	$\geq 18 \text{ kN/m}$
resistenza trasversale	$\geq 16 \text{ kN/m}$
allungamento a rottura	$\geq 50 \%$
- resistenza alla lacerazione (UNI 8202/9, metodo B):
 

longitudinale	0,16 kN
trasversale	0,17 kN
- punzonamento statico (UNI 8202/11):
 

classe di resistenza/carico support	ato su sfera $\phi$ 10 mm	
su supporto rigido		Ps4 > 25 kg
su supporto non rigido		Ps4/ > 25 kg
- flessibilità a freddo su mandrino (UNI 8202/15) -20°
- scorrimento a 343 K (UNI 8202/16)  $< 1 \text{ mm}$
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21)  $> 100 \text{ kPa}$
- stabilità di forma a caldo (UNI 8202/18)  $\geq 140 \text{ °C}$

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

- -resistenza all'ozono (UNI 8202/28) nessuna screpolatura dopo la prova

Tali prove dovranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere. Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sui campioni inviati in laboratorio o sui materiali in cantiere.

Qualora anche una sola delle prove dia esito negativo la guaina sarà rifiutata e la partita dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

Le prove elencate necessarie alla qualificazione delle guaine, potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali effettivamente messi in opera.

Il prelievo dei tasselli per l'esecuzione delle prove verrà effettuato su zone scelte a caso sul campione inviato o ricostituito in laboratorio, o sui materiali in cantiere.

#### **18.4.3 Modalità di posa in opera e prove sul prodotto finito**

Per le modalità di preparazione delle solette valgono le prescrizioni dei precedenti punti.

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

I teli saranno posati con sormonto di 10cm longitudinalmente e 15cm trasversalmente, saldati a fiamma di gas propano al piano di posa e quindi risvoltati verso l'alto sui cordoli ed incollati a fiamma sulle parti verticali e/o orizzontali per una lunghezza di almeno 15cm misurata a partire dalla pavimentazione carrabile. Il lembo esterno della guaina sarà infine saldato al cls a mezzo di mastice bituminoso.

In corrispondenza del punto d'incontro soletta-cordolo sarà curata la sede di appoggio della guaina creando un cordone d'angolo in cls o in malta di lato pari a 5,00cm.

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

##### metodo di posa n°1:

da adottare indicativamente nel caso di solette lisce, regolari, ben asciutte e stagionate, con temperatura media diurna dell'aria non minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm, armata con geotessile non tessuto in poliestere, verrà posta in opera direttamente sul primer di attacco alla soletta.

##### metodo di posa n°2:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

da adottare indicativamente nel caso di solette con superfici scatolari o irregolari e/o umide o ancora non perfettamente stagionate, con temperatura media diurna dell'aria minore di 10°C.

La guaina del tipo preformato dello spessore non inferiore a 4 mm e di larghezza minima di 1,00 m, armata con geotessile non tessuto in poliestere, verrà posta in opera previa spalmatura, sul primer di attacco alla soletta, di 1,00 kg/m<sup>2</sup> di materiale bituminoso avente le stesse caratteristiche di quello formante la guaina.

In ambedue i casi descritti la adesione della guaina al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

Il manto dovrà essere transitabile, senza distacchi e perforazioni, dal normale traffico di cantiere (escluso quello cingolato) e dovrà risultare impermeabile, dopo la stesa su di esso dei conglomerati bituminosi, sotto una pressione di 1,00 MPa in permeometro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

## **18.5 MANTO DI IMPERMEABILIZZAZIONE CONTINUO REALIZZATO IN OPERA CON BITUME MODIFICATO CON ELASTOMERI ED ARMATO CON TESSUTO NON TESSUTO**

### **18.5.1 Materiali**

Il manto impermeabile continuo sarà costituito dai seguenti materiali:

- Primer, dovrà essere impiegato bitume con modifica tipo "soft" spruzzato a caldo a temperature non inferiori a 453K ( + 10 K), le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso).
- Legante, sarà costituito da doppio strato di bitume modificato con polimeri di tipo C, le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme (pavimentazioni in conglomerato bituminoso). Il primo strato sarà sottoposto all'armatura e dovrà avere spessore non inferiore a 2,00mm in alcun punto. Il secondo strato sarà sovrapposto all'armatura e dovrà avere spessore non inferiore a 1,00mm in alcun punto.
- Armatura, sarà costituita da tessuto non tessuto in poliestere o polipropilene coesionato mediante agugliatura meccanica, calandrato e stabilizzato ai raggi UV. Non è ammesso in nessun caso tessuto non tessuto realizzato da cascami o da fiocco.

Le caratteristiche del geotessile dovranno essere:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Peso del tessuto non tessuto S 200 g/m<sup>2</sup> ;
- Resistenza alla rottura per trazione e allungamento a rottura, a 293 K non inferiore a 400 N (ASTM-D 1682);
- Perfetta adesione ed impregnabilità con le masse bituminose descritte in precedenza.

I sormonti dell'armatura saranno non inferiori a 15,00cm.

### **18.5.2 Modalità esecutive**

Si provvederà al fine di garantire una perfetta adesione tra manto impermeabile e supporto, alla stesa del primer applicato mediante spruzzo "airless" e con adeguata apparecchiatura.

Sulla superficie così pretrattata verrà realizzato il manto impermeabile costituito da una armatura di tessuto non tessuto applicato sulla mano di legante steso in precedenza, nella quantità minima di 1,0÷1,5 kg/m<sup>2</sup>, curando la perfetta adesione in ogni punto e la tenuta dei giunti (sormonti) di costruzione.

Successivamente, dopo la stesa del tessuto non tessuto, verrà applicata una seconda mano di legante. La sua adesione al primer non dovrà essere inferiore a quella di quest'ultimo alla soletta.

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

### **18.6 VERNICI BICOMPONENTI IN CATRAME E RESINE EPOSSIDICHE**

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcati in acciaio a piastra ortotropa

#### **18.6.1 Pianificazione**

Prima di iniziare i lavori sul campo, l'Appaltatore è tenuto a redigere una serie di documenti che costituiranno il supporto tecnico per l'esecuzione del lavoro.

Tali documenti avranno i seguenti contenuti:

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE**MATERIALI**

Verrà prodotta una lista dei materiali da impiegare per l'esecuzione delle varie lavorazioni. Tale lista sarà integrata dalle relative schede tecniche per materiali da acquistare confezionati e sottoposti ad approvazione da parte del direttore dei lavori.

**ATTREZZATURE**

Verrà prodotta una lista delle attrezzature che il Appaltatore intenderà introdurre ed utilizzare nel cantiere per la realizzazione del lavoro per ogni sua fase, ne verranno indicate le marche, la condizione, ed i tempi di reperibilità dei pezzi di ricambio.

**ORGANIZZAZIONE**

Verrà presentato un dettagliato modus operandi per l'esecuzione del lavoro nelle sue varie fasi, con riferimento alla composizione delle squadre, alla produttività delle macchine, alle condizioni di lavoro in relazione alle caratteristiche climatiche ed ambientali, ed ai tempi di produzione, trasporto, lavorazione o messa in opera dei materiali.

**CONTROLLO QUALITÀ**

Verrà instaurato un sistema di controllo qualità che fornirà elementi in merito a:

Procedure di qualificazione materiali.

Procedure operative Procedure d'ispezione

Procedure di rintracciabilità

Al termine di tutti questi adempimenti verrà redatto un programma lavori che tenga presente le condizioni di installazione e funzionalità del cantiere, modus operandi, rate di produzione, avanzamenti.

**18.6.2 Elementi protettivi dalla corrosione dell'impalcato**

Sistema protettivo a base di vernici reattive bicomponenti a base di una combinazione di catrame, carbon fossile, resine epossidiche e sostanze minerali di impalcato in acciaio a piastra ortotropa previa preparazione della superficie dell'impalcato.

Il sistema protettivo deve garantire:

- Impermeabilità all'acqua sotto tutte le condizioni, tanto per la piastra, quanto per tutti suoi angoli, i suoi bordi, gli elementi che lo delimitano ed i particolari che lo compongono.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Stabilità meccanica sotto lo sforzo dei carichi del traffico sia per azioni di compressione, che taglienti, tanto in curva che in condizioni di arresto o di accelerazione dei veicoli.
- Resistenza alla formazione di fessure o di stratificazioni e distacchi in generale dovuti tanto all'azione del traffico quanto al movimento degli strati sottostanti o dal supporto.
- Mantenimento delle proprietà di impermeabilità e meccaniche in condizioni di carico di esercizio del traffico, delle azioni degli agenti atmosferici, di agenti chimici ed in particolare delle sostanze anticongelanti ed altri fattori deleteri in generale.
- Compatibilità tra i vari costituenti e con i materiali con i quali gli elementi dell'impermeabilizzazione e della pavimentazione vengono a contatto.
- Resistenza a carichi teorici o meccanici di ogni strato durante l'applicazione dello strato successivo.

Le specifiche che seguono vanno dunque considerate come requisiti minimi da soddisfare, ma l'accettazione finale contrattuale del lavoro dipenderà dall'aver conseguito o meno i requisiti sopra menzionati.

### **18.6.3 Materiali**

#### **GRANIGLIA METALLICA**

Verrà impiegata per la granigliatura della superficie. Sarà di tipo spigoloso la granulometria verrà stabilita mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers.

#### **ABRASIVO MINERALE**

Verrà impiegato per le eventuali operazioni di sabbiatura di quei particolari non eseguibili con granigliatrici meccaniche, avrà granulometria da stabilire mediante prove sul campo in maniera tale da conseguire il profilo di rugosità prescritto per l'applicazione dei primers. Sarà del tipo consentito dalle vigenti normative ed indicazioni tecniche di sicurezza contro il rischio da silicosi.

#### **IMPERMEABILIZZANTE**

Vernice epossicatrame in solvente per protezione antiacida di superfici in acciaio resistente all'acqua dolce e salata, agli acidi ed alcali diluiti, ai sali neutri, agli oli minerali e

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

combustibili, agli oli grassi, ai detersivi ecc. e resistente alle seguenti temperature: fino a 100° di calore secco e fino a 60° di calore umido (anche acqua calda).

**18.6.4 Esecuzione del lavoro****a) PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE**

La tecnica da prediligere è la granigliatura mediante macchine granigliatrici a turbina con aspirazione e filtraggio automatico delle polveri.

Il grado di sabbiatura dovrà essere Sa 2,5 secondo ISO 8501 e DIN 55928 sul 100% della superficie. Aree minori (meno di 100 cm<sup>2</sup>) potranno essere accettate solamente se ammonteranno complessivamente a meno del 5% della superficie totale lavorata per ogni rata di produzione.

Particolare attenzione verrà dedicata alla granigliatura dei cordoni di saldatura tra le lamiere.

La sabbiatura mediante sabbiatrici ad aria compressa deve avvenire su aree contenute.

La superficie trattata deve presentarsi rugosa.

Prima della granigliatura si dovrà procedere alle operazioni di pulizia e sgrassaggio della superficie. Le condizioni ambientali saranno tali da mantenere la temperatura del supporto superiore a 0° C e comunque conforme al criterio del dew -point con scarto di 3°C. L'umidità relativa non potrà superare l'80% altrimenti le operazioni di granigliatura non potranno avere inizio. In presenza di condizioni ambientali avverse sarà possibile il ricorso a strutture di riparo mobili, (capannoni mobili), che permettano di ricostituire i parametri ambientali ideali alla esecuzione dei lavori. Il ricorso a tali strutture di riparo non costituirà onere aggiuntivo per la committenza. I tempi di mantenimento del supporto sabbiato saranno dettati dalle schede tecniche del produttore .

Particolari procedure verranno sviluppate dal Appaltatore in merito all'accettazione della superficie ed a una risabbiatura di superfici già sabbiate.

**b) APPLICAZIONE DI IMPERMEABILIZZANTE**

L'impermeabilizzante deve essere applicato a spruzzo airless praticabile con spruzzatori con una pressione di 150 bar, ugelli con foro di 0.66 mm, angolo di spruzzo di 80°. Si applicheranno due mani di vernice secondo le prescrizioni della casa fornitrice per quanto riguarda preparazione del prodotto, miscelazione dei componenti, temperature e tempi di applicazione, tempo di attesa tra le mani.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Particolari procedure verranno redatte per stabilire le modalità delle riparazioni e della accettazione della superficie.

L'impermeabilizzante steso non deve venire danneggiato dal traffico o da qualsiasi fattore prima di essere ricoperto da sabbia e dallo strato di pavimentazione bituminosa particolare attenzione dovrà essere rivolta ad evitare perdite di olio o di qualsiasi altro possibile solvente del bitume.

### **18.7 SPECIFICHE DI CONTROLLO**

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, l'Appaltatore dovrà presentare alla D.L. la documentazione relativa alle certificazioni delle prove di prequalifica, in accordo a quanto indicato nel presente articolo.

La documentazione dovrà essere trasmessa alla D.L. prima della messa in opera dell'impermeabilizzazione.

### **18.8 PROVE DI ACCETTAZIONE**

Tali prove saranno effettuate in sede di prequalifica, e durante la posa in opera per ogni 4000 m<sup>2</sup> di manto realizzato con il minimo di almeno 1 prova per ogni opera d'arte o manufatto. Tali prove potranno essere ripetute ad ogni richiesta della Direzione Lavori sui materiali approvvigionati in cantiere.

### **18.9 CONTROLLI SULLA POSA IN OPERA**

Durante le fasi di posa in opera, che avverrà secondo le indicazioni riportate nel presente articolo, si dovranno effettuare i controlli indicati nei precedenti capitoli, nonché dei controlli di seguito riportati. Gli esiti e le certificazioni di queste verifiche dovranno essere riportati in apposito registro.

#### **a) Manti realizzati in opera**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del mastice;
- verifica delle certificazioni, di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori;
- verifica della miscela alla composizione prevista.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**b) Manti in guaine preformate**

- verifica delle condizioni ambientali;
- verifica della pulizia e regolarizzazione delle superfici delle superfici di applicazione;
- verifica della omogeneità di distribuzione del primer;
- verifica delle certificazioni , di cui al corrispondente punto per i materiali impiegati;
- verifica degli spessori.

Al fine di verificare la corretta adesione della guaina al cls, la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, prove di adesione eseguite sul manto impermeabile prima della formazione della pavimentazione. Le prove saranno effettuate in presenza della DL.

Le prove saranno eseguite in ragione di almeno una ogni 4 campate a scelta della DL (con un minimo di una prova per opere con meno di 4 campate). La prova consiste nello strappo di 6 piastrine metalliche di diametro compreso tra 5,00 e 10,00cm. Le piastrine saranno incollate in punti scelti dalla DL ubicati su un reticolo cartesiano di lato non inferiore a 200cm. L'adesione delle piastrine al manto sarà ottenuta a mezzo di resine epossidiche, previa accurata pulizia del manto e sabbiatura della piastrina. Il manto sarà tagliato lungo la circonferenza delle piastrine dopo la presa del collante e prima dell'esecuzione della prova.

La prova avrà esito positivo se:

- ogni punto di prova avrà adesioni superiori a  $0,80 \text{ kg/cm}^2$
- il valor medio di tutte lo prove dovrà essere superiore a  $1,00 \text{ kg/cm}^2$ .

In caso di fallimento della prova sarà richiesto di ripetere una seconda prova. Se anche la seconda prova risultasse non superata si procederà alla demolizione e rifacimento dell'impermeabilizzazione per la campata in esame e si ripeteranno le prove per le campate adiacenti non investigate con le stesse modalità di accettazione.

Al termine della prova le aree distaccate dovranno essere ripristinate con colata di asfalto fino all'estradosso del manto e successivamente con un rappizzo di guaina 40x40cm applicata a caldo.

Le prove e gli eventuali ripristini e demolizioni della impermeabilizzazione, nonché i ripristini della impermeabilizzazione sottoposta a test, saranno a cura ed onere del Appaltatore.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## **CAPITOLO 19.: POST TENSIONE DI ELEMENTI IN C.A.P.**

## **19.1 GENERALITÀ**

### **19.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I lavori dovranno essere eseguiti in accordo alla Normativa vigente ed in particolare al D.M. 9/01/1996: "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" e tutte le successive norme e disposizioni emanate dai competenti organi, nonché in accordo alle Specifiche Tecniche di seguito riportate, laddove più restrittive della Normativa in vigore.

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da un certificato di un Laboratorio Ufficiale.

Rimane comunque salva la facoltà del DL di disporre eventuali ulteriori controlli per giustificati motivi a carico del Appaltatore.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari, non esonerano in alcun modo il Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

### **19.3 ONERI PRELIMINARI A CARICO DELL'APPALTATORE**

L' Appaltatore dovrà sviluppare i disegni costruttivi relativi al sistema di precompressione, attenendosi rigorosamente alle prescrizioni contenute nei calcoli statici, nei disegni esecutivi e alle Specifiche Tecniche relative al sistema di precompressione individuato.

In particolare sui disegni saranno indicate le seguenti informazioni:

la tipologia dei cavi, delle guaine, degli ancoraggi;

il tracciato dei cavi in coordinate riferite alla carpenteria del manufatto e ad interasse non superiore a 60cm;

la posizione degli sfiati e dei punti di iniezione;

le fasi di applicazione della precompressione, per sistemi con più di un cavo; la forza trasmessa dal martinetto; i valori dell'allungamento previsto per il singolo cavo; la messa in

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

tensione da uno o da entrambi gli estremi; le modalità delle eventuali operazioni di ritaratura delle tensioni;

le caratteristiche dei dispositivi speciali come ancoraggi fissi, mobili, intermedi, manicotti di ripresa, ecc.

I disegni costruttivi di cui sopra saranno trasmessi dal Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alle operazioni di tesatura.

#### **19.4 ANCORAGGI DELLA ARMATURA DI PRECOMPRESSIONE**

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi ai disegni di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio. Gli ancoraggi devono essere capaci di trasmettere forze superiori alla forza di rottura del cavo interessato.

La documentazione tecnica relativa agli ancoraggi, depositata presso Servizio Tecnico Centrale del Ministero dei Lavori Pubblici, sarà trasmessa dal Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alla fornitura degli apparecchi. Nella documentazione dovranno essere chiaramente riportate le specifiche prestazionali dell'ancoraggio, nonché il valore del rientro dei cunei di serraggio, che dovrà essere conforme alle indicazioni di progetto.

Per le caratteristiche delle piastre di ancoraggio, delle armature di frettaggio e delle dimensioni delle nicchie di alloggiamento delle testate, nonché per i manicotti di giunzione delle armature per c.a.p. si farà riferimento alle indicazioni del produttore; diversamente ci si atterrà alle indicazioni di progetto.

Per i cavi inguainati monotrefolo le piastre di ripartizione dovranno essere in acciaio zincato, a tenuta stagna; i cappellotti di protezione terminali dovranno essere zincati e provvisti di guarnizione in gomma antiolio, da calzare sui cilindretti e fissare con viti zincate ai terminali riempiti con grasso dopo la tesatura dei trefoli.

Le parti metalliche dell'ancoraggio dovranno essere protette dalla corrosione. Le parti filettate saranno protette con grasso.

L'armatura di frenaggio e la geometria dell'incavo di alloggiamento dell'ancoraggio saranno conformi alle specifiche tecniche fornite dal produttore in relazione al tipo di cavo, al tipo di ancoraggio, alla forza di tesatura e alla resistenza del cls all'atto della tesatura.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**19.5 CONDOTTI E SFIATI**

Le guaine saranno in lamierino metallico. Guaine in polietilene/polipropilene potranno essere utilizzate previa autorizzazione della DL.

La documentazione tecnica relativa alle guaine sarà trasmessa dal Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alla fornitura degli apparecchi.

Qualora vengano utilizzate guaine in polietilene/polipropilene, i valori del coefficiente di attrito e della deviazione angolare convenzionale utilizzati nei calcoli saranno ampiamente documentati e certificati sulla base di prove sperimentali. Nella documentazione relativa ai condotti saranno chiaramente indicati I raggi di curvatura minimi da impiegare in funzione del sistema di precompressione prescelto.

Gli sfiati saranno ubicati in corrispondenza degli ancoraggi e dei punti di minimo e massimo del tracciato del cavo. La massima distanza consentita tra 2 sfiati consecutivi non potrà comunque eccedere i 30m. I tubi di sfiato avranno diametro non inferiore a 10mm e saranno equipaggiati con valvola di chiusura capace di sopportare le pressioni massime esercitate durante la fase di iniezione.

Oltre a quanto prescritto delle vigenti norme di legge si precisa che, nella posa in opera delle armature di precompressione, il Appaltatore dovrà assicurarne l'esatto posizionamento mediante l'impiego di appositi supporti fissati in punti ad interasse non superiore a 60cm.

**19.6 MARTINETTI**

La documentazione tecnica relativa ai martinetti sarà trasmessa dal Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alle operazioni di tesatura. Nella documentazione dovranno essere chiaramente riportate le specifiche prestazionali del martinetto con chiara indicazione dei seguenti dati:

- La curva di calibrazione forza/pressione del martinetto determinata in Laboratorio Ufficiale non anteriore di 3 mesi.
- La forza massima. Tale valore dovrà essere non inferiore alla forza di rottura del cavo.
- La corsa massima. Tale valore deve essere non inferiore a 1,5 volte il valore calcolato dell'elongazione del cavo.
- Il Costruttore
- I dati tecnici dell'apparecchio prescelto.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## **19.7 CAVI**

Si farà riferimento alle prescrizioni indicate nel Articolo " Acciaio di armatura per c.a. e c.a.p."

## **19.8 RESISTENZA DEL CLS ALL'ATTO DELLA TESATURA**

La resistenza del cls all'atto della tesatura sarà conforme ai valori indicati in progetto e ricavate dai certificati di qualificazione dei cls impiegati.

Per i cls con maturazione accelerata non sarà ammessa la precompressione prima che la temperatura sia tornata a valori normali.

## **19.9 TESATURA DELLE ARMATURE DI PRECOMPRESSIONE**

### **19.9.1 Generalità'**

Ogni operazione di tesatura sarà effettuata in presenza della Direzione Lavori.

L'Appaltatore durante le operazioni di tesatura dovrà registrare, su appositi moduli, da consegnare in copia alla DL, i tassi di precompressione e gli allungamenti totali o parziali di ciascun trefolo o cavo della struttura. Nei suddetti moduli saranno quindi riportati i seguenti dati:

- La forza di progetto al martinetto e l'elongazione attesa;
- I numeri di identificazione del martinetto, del dinamometro e dell'attrezzatura di precompressione;
- I dati del cavo e della guaina e la sua identificazione nell'ambito della struttura;
- Il diagramma forza/allungamento misurato;
- L'allungamento residuo del cavo;

La sequenza di tesatura dei sistemi con più cavi sarà tale da minimizzare le eccentricità temporaneamente indotte durante le singole fasi; per le strutture a conci prefabbricati non collegati da armatura lenta, la precompressione dei cavi sarà articolata in maniera tale da non indurre mai trazioni sulla superficie di contatto tra conci.

Se al raggiungimento della forza di precompressione di progetto l'allungamento del cavo varia del  $\pm 5\%$  rispetto al valore atteso, si dovranno attuare gli accorgimenti previsti al punto 6.2.4.1 del citato DM 9/1/1996.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nel caso vengano impiegati lubrificanti, questi dovranno essere completamente solubili in acqua ed espulsi dai condotti prima delle operazioni di iniezione.

Se durante le operazioni di tesatura si dovesse verificare la perdita irreparabile di un trefolo si potrà, previa insindacabile autorizzazione della Direzione Lavori, completare l'applicazione della precompressione fino ad esercitare non più del 75% della tensione di rottura sui rimanenti trefoli.

### 19.9.2 Procedura di controllo dell'allungamento del cavo in fase di tesatura

Montato il concio ed eseguito l'infilaggio del cavo si esercita attraverso il martinetto una tensione pari al 20% di quella richiesta secondo il tipo di acciaio impiegato.

In questo modo si scontano le differenze di lunghezza dovute all'assestamento del cavo.

A questo punto si tesa il cavo fino al 100% della tensione richiesta e si misura l'allungamento che si verifica a partire dal punto precedentemente raggiunto.

Dalla formula:

$$\Delta_{lp} = \frac{\sigma \cdot l \cdot k}{E}$$

si ricava l'allungamento previsto.

$\Delta_{lp}$  = Allungamento previsto, dove "l" è la lunghezza del cavo "σ" la tensione totale di tesatura ed "E" il modulo di elasticità, "K" il coefficiente che tiene conto delle perdite per l'attrito, lo stato delle guaine e lo stato dei trefoli, valutato secondo regolamento.

Questo valore si paragona con quello misurato

$$\Delta_{lm} / 80 = \Delta_l \text{ (allungamento effettivo)}$$

Esempio di applicazione (cavo 99)

$$l = 28,15 \text{ m} \quad l = 28,15/2 = 14,075 \text{ m (cavo tesato da destra e da sinistra)}$$

$$n. 12 \text{ trefoli da } 0,6\text{-A} = 12 \times 1,39 = 16,68 \text{ cm}^2 \quad K = (1 - 0,3 \cdot 0,01 \cdot 28,15/2) = 0,9578$$

$$\sigma \approx 14000 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (al martinetto)}$$

$$\Delta_{lp} = 14000 \cdot 14,075 \cdot 0,9578 = 8,99 \text{ cm} \cdot 2.100.000$$

## **19.10 INIEZIONE NEI CAVI DI PRECOMPRESSIONE**

### **19.10.1 Boiacche cementizie per le iniezioni nei cavi di precompressione di nuove strutture in cap.**

Nelle strutture in conglomerato cementizio armato precompresso con cavi scorrevoli, allo scopo di assicurare l'aderenza e soprattutto proteggere i cavi dalla corrosione, è necessario che le guaine vengano iniettate con boiaccia di cemento reoplastica, fluida pompabile ed a ritiro compensato (è richiesto un leggero effetto espansivo).

Tale boiaccia, preferibilmente pronta all'uso previa aggiunta di acqua, oppure ottenuta da una miscela di cemento speciale, additivo in polvere, dosato in ragione del 5 -6% sul peso del cemento, ed acqua, non dovrà contenere cloruri né polvere di alluminio, né coke, né altri agenti che provocano espansione mediante formazione di gas capaci di innescare fenomeni di corrosione.

Oltre a quanto prescritto dalle vigenti norme di legge (Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 con D.M. 09/01/96), si precisa quanto segue, intendendosi sostituite dalle prescrizioni che seguono (più restrittive) parte delle prescrizioni analoghe contenute nel citato D.M.:

- La fluidità della boiaccia di iniezione dovrà essere misurata con il cono di Marsh per ogni impasto all'entrata delle guaine e per ogni guaina all'uscita; l'iniezione continuerà finché la fluidità della boiaccia in uscita sarà paragonabile a quella in entrata. Si dovrà provvedere con appositi contenitori affinché la boiaccia di sfrido non venga scaricata senza alcun controllo sull'opera o attorno ad essa. Una più accurata pulizia delle guaine ridurrà l'entità di questi sfridi.
- L'impastatrice dovrà essere del tipo ad alta velocità, almeno 4000 -5000 giri/min (con velocità tangenziale minima di 14 m/sec), è proibito l'impasto a mano, il tempo di mescolamento verrà fissato di volta in volta in base ai valori del cono di Marsh.
- Prima di essere immessa nella pompa la malta dovrà essere vagliata con setaccio a maglia di 2 mm di lato.
- L'essudazione non dovrà essere superiore allo 2% del volume.
- Il tempo d'inizio presa non dovrà essere inferiore a tre ore (a 303 K) (a 30°C).



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- E' tassativamente prescritta la disposizione di tubi di sfiato in corrispondenza di tutti i punti più elevati di ciascun cavo, comprese le trombette ed i cavi terminali. Ugualmente dovranno esserci tubi di sfiato nei punti più bassi dei cavi lunghi e con forte dislivello.
- All'entrata di ogni guaina dovrà essere posto un rubinetto, valvola o altro dispositivo, atti a mantenere, al termine dell'iniezione., la pressione entro la guaina stessa per un tempo di almeno 5 h.
- L'iniezione dovrà avere carattere di continuità e non potrà venire assolutamente interrotta.
- In caso di interruzioni dovute a causa di forza maggiore e superiori a 5 minuti, il cavo verrà lavato e l'iniezione andrà ripresa dall'inizio.
- E' preferibile l'impiego di cemento tipo 32,5 (usando il 42,5 solo per gli impieghi in inverno).

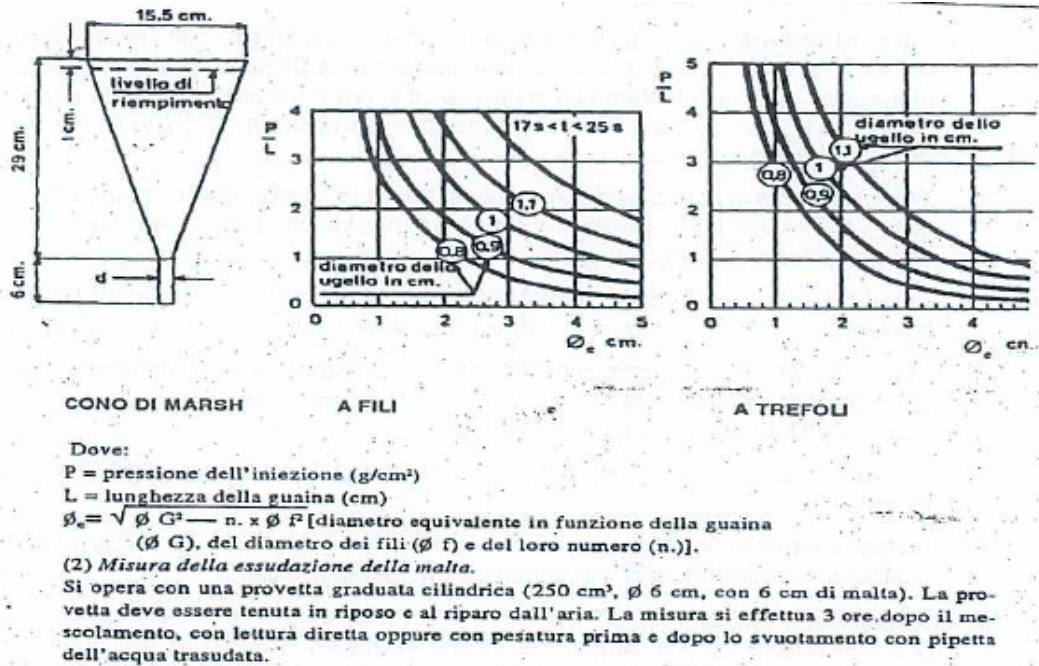
**19.10.1.1 Misura della fluidità con il cono di marsh**

L'apparecchio dovrà essere costruito in acciaio inossidabile ed avere forma e dimensioni come in figura, con ugello intercambiabile di diametro "d" variabile da 8 mm a 11 mm.

La fluidità della boiaccia sarà determinata misurando il tempo totale di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> di malta (essendo la capacità totale del cono di 2000 cm<sup>3</sup>, il tempo totale di scolo va diviso per due).

La fluidità della boiaccia sarà ritenuta idonea quando detto tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup>, sarà compreso tra 13 e 25 secondi subito dopo l'impasto (operando alla temperatura di 293 K).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**19.10.1.2 Misura dell'essudazione della boiaccia (bleeding).**

Si opera con una provetta graduata cilindrica (250 cm<sup>3</sup>, F= 6 cm, riempita con 100 cm<sup>3</sup> di boiaccia). La provetta deve essere tenuta in riposo al riparo dall'aria.

La misura si effettua tre ore dopo il mescolamento con lettura diretta oppure con pesatura prima e dopo lo svuotamento con pipetta dell'acqua trasudata.

**19.10.2 Miscela a bassa viscosità per le iniezioni nelle guaine dei cavi di precompressione di strutture esistenti in cap.**

Le presenti norme regolano l'esecuzione di iniezioni con miscele a bassa viscosità delle guaine di cavi di precompressione di strutture in c.a.p. esistenti con grado di riempimento variabile.

A seconda del tipo di guaine da riempire, del loro numero e del loro grado di riempimento, dovrà essere deciso il tipo di materiale da usare (resine epossidiche pure o caricate o boiacche di cemento pronte all'uso) e le modalità d'iniezione (iniezione tradizionale, da più fori oppure iniezioni sotto vuoto).

Nel caso di riempimento di guaine completamente vuote saranno sempre usati materiali di tipo cementizio.

Nel seguito sono riportate le caratteristiche che i materiali devono possedere e le modalità da seguire per le iniezioni.

### **19.10.2.1 Caratteristiche dei materiali**

#### **19.10.2.2 Iniezione con sistemi epossidici**

- **Tipo di resina:** sistema epossidico costituito unicamente da resina bicomponente (A+B), pigmentato solo su richiesta della Direzione Lavori. La Direzione Lavori, a seconda delle presumibili dimensioni dei vuoti all'interno delle guaine ed in relazione alle circostanze emerse durante il lavoro di iniezione, potrà ordinare l'uso di cariche (per esempio cemento) che comunque dovranno essere di natura basica o neutra.
- **Tempo di presa:** riferito al sistema epossidico puro. Dovrà essere compatibile con le esigenze del lavoro e comunque non inferiore a 2 h. Per particolari condizioni operative la Direzione Lavori potrà richiedere tempi di presa superiori.
- **POT-LIFE** misurato (secondo SECAM) alla temperatura  $293\pm 1$  K e umidità relativa del  $65\%\pm 5\%$  in bicchiere di vetro della capacità di  $100\text{cm}^3$  su quantità di  $50\text{cm}^3$  di miscela (media su 5 prove).
- **Viscosità:** riferita al sistema epossidico puro, non dovrà essere superiore a 180 cps a  $293\pm 1$  K ed umidità relativa di  $65\%\pm 5\%$ . La sua determinazione potrà essere fatta mediante misura diretta o con tazza FORD 4 termostata (media su 5 prove).
- **Ritiro:** dovrà risultare minore dello 0,19. misurato secondo norma UNI-PLAST 4285 (media su 5 prove).
- **Comportamento in presenza d'acqua:** l'eventuale presenza di acqua nelle guaine non dovrà costituire impedimento alla policondensazione della miscela.
- **Protezione chimica dei ferri d'armatura:** la miscela dovrà avere pH basico, compreso tra 10,5 e 12,5; tale valore verrà misurato sulla resina miscelata (A t B), nel rapporto di catalisi di fornitura, diluita con acqua distillata, per avere la necessaria bagnabilità del rilevatore.
- **Resistenza** meccanica non inferiore ai valori indicati per le boiacche cementizie.

#### **19.10.2.3 Iniezione con boiacche cementizie**

- **Tipo di boiaccia cementizia:** boiaccia cementizia preconfezionata, pronta all'uso con la semplice aggiunta di acqua, esente da aggregati metallici, di viscosità molto bassa pur con rapporti acqua/cemento non superiori a 0,38.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- **Viscosità:** la viscosità verrà valutata con cono di Marsh, ugello da mm 12; il tempo di scolo di 1000 cm<sup>3</sup> non dovrà essere superiore a trenta secondi nella boiaccia appena confezionata e dovrà mantenersi costante per almeno 30 min.
- **Ritiro:** la boiaccia dovrà essere priva di ritiro; è preferibile un comportamento espansivo. Essudazione (Bleeding) : il materiale dovrà essere esente da bleeding.
- **Resistenza meccanica:** la resistenza meccanica alla compressione semplice su provini cubici di 7 o 10 cm di lato dovrà risultare non inferiore a 25 Mpa dopo 3 giorni, 35 Mpa dopo 7 giorni ed a 50 Mpa dopo 28 giorni con una massa volumica degli stessi non inferiore a 18,5 kN/m<sup>3</sup>.

Le suddette caratteristiche dovranno essere definite per ogni lotto di miscela prodotta.

#### **19.10.2.4 Modalità di iniezione**

##### **Iniezioni tradizionali**

Preliminarmente, sulle travi nelle quali è stato già individuato il presumibile tracciato dei cavi di precompressione mediante misure geometriche effettuate con riferimento ai disegni di progetto e con l'ausilio di sondaggi eseguiti con apposita apparecchiatura elettromagnetica e/o ad ultrasuoni, si dovrà procedere alla localizzazione delle guaine mediante tasselli effettuati con microdemolitori (normalmente con un passo di 3-4 m su ogni cavo partendo dal centro della trave).

Non tutti i tasselli serviti per localizzare e valutare lo stato delle guaine saranno attrezzati per l'iniezione, ma soltanto quelli più idonei; su di essi si applicheranno i tubetti d'iniezione provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto; qualora la profondità del tassello sia rilevante, la pasta collante sarà stesa in più strati successivi. Le stuccature dovranno essere impermeabili al tipo di materiale usato nell'iniezione e, nel caso di iniezioni sottovuoto, dovranno permettere la formazione di quest'ultimo.

Tubetti di iniezione verranno introdotti anche nei fori degli ancoraggi dei cavi, preliminarmente scoperti e puliti, eventualmente riproforati con trapano, quindi stuccati con la pasta di cui sopra.

I tasselli non utilizzati per l'iniezione delle guaine saranno chiusi mediante malta reoplastica fluida non segregabile, tixotropica, a basso calore d'idratazione, priva di ritiro, ad elevata resistenza meccanica ed elevato potere adesivo all'acciaio ed al conglomerato cementizio.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La stuccatura verrà rinforzata e supportata con una rete elettrosaldata debitamente ancorata, mediante saldature o legature alle armature esistenti.

Si procederà, inoltre, a stuccature e riparazioni di zone di conglomerato cementizio poroso, vespai ecc. in modo da chiudere possibili vie di uscita dei materiali di iniezione.

Tali stuccature saranno effettuate con paste a base epossidica e, quando previsto dal progetto, anche rinforzate con reti metalliche.

Dopo almeno 48 h dall'ultimazione della stuccatura, si procederà alla soffiatura all'interno delle guaine per eliminare eventuali sacche d'acqua e per valutare la consistenza dei vuoti nei vari tratti.

Si procederà quindi alla iniezione della miscela scegliendo il punto iniziale in base alle risultanze della soffiatura.

In linea di massima sarà conveniente partire dai fori di iniezione in mezzeria della trave dove sono in comunicazione gran parte delle guaine e procedere sino alla fuoriuscita (se possibile) della miscela dai primi tubetti posti ai lati del punto di iniezione.

Si inietteranno poi questi ultimi e, via via, quelli adiacenti, in successione, fino ad ottenere la fuoriuscita della miscela dalle testate dei cavi.

Naturalmente i tubi già iniettati dovranno essere man mano sigillati. La pressione d'iniezione dovrà essere la più bassa possibile, compatibilmente con l'esigenza di ottenere un buon riempimento dei cavi e comunque in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.

### **Iniezioni sottovuoto**

Potranno essere usate tecniche di iniezione sottovuoto, cioè provocando con apposita attrezzatura aspirante un vuoto dell'ordine di 1 bar nelle cavità da iniettare e immettendo poi il materiale di riempimento.

Le modalità di preparazione di fori di iniezione e la loro ubicazione sono analoghe a quelle descritte nel punto precedente con la variante che sarà necessario, una volta decisi i punti in cui applicare gli iniettori, effettuare una prima valutazione della possibilità di creare il vuoto e dell'entità del volume delle cavità presenti.

La prima valutazione tende ad individuare la necessità o meno di effettuare gli interventi di tenuta e le zone dove dovranno essere eseguite tali stuccature; la seconda a stimare i

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

consumi e, principalmente, a controllare, a iniezione terminata, che tutti i vuoti valutati siano stati riempiti.

A seconda dell'attrezzatura disponibile la valutazione si effettuerà tramite misura (con contalitri) del volume d'aria immesso nella cavità, dopo aver effettuato il vuoto, oppure in base alla legge di Mariotte operando nel modo seguente: in un serbatoio, collegato con un manometro (eventualmente il serbatoio destinato a contenere il materiale da iniettare) si valuterà il volume libero (volume dell'aria  $V_0$ ) e si misurerà la pressione  $P_0$  a cui si troverà quest'aria; si aprirà la comunicazione con la cavità già sottovuoto di volume incognito  $V_1$ . Quando il passaggio dell'aria sarà terminato, si misurerà la pressione  $p$  di equilibrio.

Il volume  $V_1$  sarà allora con buona approssimazione pari a:

$$V_1 = \frac{V_0 (P_0 - P)}{P}$$

A questo punto si procederà alle iniezioni vere e proprie con il materiale di riempimento prescelto; il materiale introdotto nelle cavità per azione del vuoto dovrà, a passaggio terminato, essere posto sotto una pressione di 2+3 atmosfere prima del bloccaggio del tubo d'iniezione. Occorrerà anche valutare il volume del materiale entrato (in genere misurando il consumo in Kg) e passando al volume ( $V_m$ ) per tramite del peso specifico del materiale stesso oppure valutando direttamente il volume del materiale iniettato.

Il rapporto  $V_m/V_1 \times 100$  (grado di riempimento) verrà indicato per ogni singola iniezione.

#### **19.10.2.5 Prove**

Per accertare la rispondenza ai requisiti richiesti, i materiali dovranno essere sottoposti a prove presso un Laboratorio Ufficiale con la frequenza indicata dalla Direzione Lavori.

### **19.11 PROTEZIONE DELLE TESTATE DI ANCORAGGIO**

I trefoli non potranno essere tagliati prima di 7 giorni dal completamento delle operazioni di iniezione.

Le modalità di taglio dei trefoli saranno stabilite in contraddittorio con la Direzione Lavori, ma in ogni caso sarà proibito il taglio dei trefoli con fiamma per distanze inferiori a 5cm dalle testate di ancoraggio.

L'incavo di alloggiamento delle testate di ancoraggio avrà geometria tale da consentire almeno 3,00cm di copriferro ai trefoli tagliati.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Prima di procedere all'intasamento dell'incavo di alloggiamento delle testate di ancoraggio si dovrà accuratamente pulire la superficie interna e applicare uno strato di resina epossidica come aggrappante per la ripresa di getti; quindi intasare l'incavo con malta cementizia a ritiro compensato.

Le caratteristiche della resina e della malta, nonché la tempistica di attuazione della lavorazione saranno sottoposte alla Direzione Lavori per approvazione. In nessun caso potrà essere impiegata malta cementizia con resistenza caratteristica a 28 giorni inferiore a 55Mpa.

## **CAPITOLO 20.: PREFABBRICATI**

---



## 20.1 GENERALITÀ

Con struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione, e/o il completamento in opera, di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

Ove già non presenti in progetto l'impiego dei manufatti prefabbricati è subordinato alla preventiva approvazione dalla Direzione Lavori.

I manufatti prefabbricati dovranno essere costruiti sotto la direzione di un tecnico a ciò abilitato, che per essi assume le responsabilità stabilite dalla legge per il direttore dei lavori.

A cura di detto tecnico dovranno essere eseguiti i prelievi di materiali, le prove ed i controlli di produzione sui manufatti finiti con le modalità e la periodicità previste dalle presenti Norme.

I certificati delle prove saranno conservati dal produttore, che opera con sistemi di qualità certificati.

La relazione tecnica e di calcolo dovrà essere firmata da un tecnico a ciò abilitato, il quale assume con ciò le responsabilità stabilite dalla legge per il progettista.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dal Appaltatore dovranno appartenere ad una delle 3 categorie di produzione previste dal citato Decreto (D.M. dei LL.PP. del 03/12/1987):

- manufatti di serie «dichiarata»;
- manufatti di serie «controllata»;
- manufatti prodotti in stabilimento o a piè d'opera per le specifiche esigenze dell'opera in corso di realizzazione.

Per serie "dichiarata" si intende la produzione in serie eseguita in stabilimento, dichiarata tale dal produttore conforme alle vigenti norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art.9 della legge del 05/01/1971 n°1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge del 02/02/1974 n°64.

Per tipologie di prodotti non rientranti nel campo di applicazione della legge del 05/11/1971 n° 1086, e/o per le quali non ricorre l'applicazione degli articoli 1 e 7 della legge del 02/03/1974 n°64, il produttore dovrà parimenti provvedere al deposito degli elaborati tecnici afferenti la produzione presso il Ministero dei Lavori Pubblici -Servizio tecnico centrale.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per serie "controllata" si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo della produzione.

Per i manufatti di produzione occasionale, ancorché prodotti in stabilimento, si applicheranno le Norme e le Leggi nonché i controlli previsti per le strutture gettate in opera.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Appaltatore dalle responsabilità derivanti per legge e per pattuizione di contratto.

Quindi resta stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, il Appaltatore rimane l'unico e diretto responsabile delle opere a termine di legge, pertanto sarà tenuto a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

## **20.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per l'accettazione, i controlli di qualità, la progettazione, l'esecuzione e il collaudo di questi manufatti, ed in particolare quelli prodotti in serie, valgono le prescrizioni contenute nelle seguenti Normative:

- Istruzioni C.N.R. 10025/84 "Istruzioni per il progetto, l'esecuzione e il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati".
- D.M. dei Lavori Pubblici del 03/12/1987 "Norme tecniche emanate in applicazione dell'artt.1 e 3 della Legge del 02/02/1974 n°64";
- Circolare del 16/03/1989 n°31104;
- D.M. 04/05/1990 Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di parti stradali.
- D.M. del 14/02/1992 n°55 "Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art.21 della legge del 05/11/1971 n°1086";
- D.M. del 9/01/1996 "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. 14/01/2008 Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- UNI EN 206-1 UNI 11104: "Calcestruzzo. Prestazioni, produzione, posa in opera e criteri di conformità"
- UNI 8991 "Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo"

**20.3 PRODOTTI DI SERIE**

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata potranno essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da

- un certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del Laboratorio Ufficiale. Il certificato dovrà garantire la rispondenza del manufatto alle caratteristiche di cui alla documentazione depositata al Ministero dei LL.PP., e portare l'indicazione del tecnico che ne risulta, come sopra detto, progettista. Con tale certificato il produttore e il tecnico responsabile della produzione assumono per i manufatti stessi le responsabilità che la legge attribuisce al costruttore e direttore lavori;
- apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

E' facoltà del D.L. prevedere prove di carico in stabilimento del singolo elemento prefabbricato per i prodotti in serie dichiarata. La prova di carico in fase elastica si condurrà assoggettando il pezzo a n°3 cicli di carico la cui entità e modalità di applicazione deve essere prevista dalla Direzione Lavori in modo da avere deformazioni significative, compatibilmente con le dimensioni del pezzo da provare. Questa prova andrà condotta su 3 dei primi pezzi prodotti per poter eventualmente intervenire immediatamente sulla produzione.

I prodotti di serie dichiarata dovranno altresì essere accompagnati da apposite istruzioni nelle quali vengano esposte le modalità di trasporto e montaggio, nonché le caratteristiche ed i limiti di impiego dei manufatti stessi.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Ad ogni effetto si richiamano qui espressamente gli articoli 6 e 9 della legge 5/11/1971 n°1086 relativamente all'obbligo di allegare alla relazione del Direttore dei Lavori copia del certificato d'origine dei manufatti, alle responsabilità assunte dalle Ditte produttrici con il deposito della documentazione di cui ai punti a), b), c), d), del citato art.9, nonché per quanto attinente a prelievi di materiali, prove e controlli in fase di produzione.

**20.4 PRODOTTI IN STABILIMENTO O A PIE' D'OPERA**

Per i manufatti di produzione occasionale, ancorché prodotti in stabilimento, si farà riferimento alle prescrizioni di cui sotto e a quanto previsto in:

- Articolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche
- Articolo "Acciai da c.a." delle presenti Norme Tecniche
- D.M. 03.12.1987.

**20.4.1 Impianti di prefabbricazione e modalità esecutive**

Gli impianti di prefabbricazione, siano essi in stabilimento che a piè d'opera, e le modalità esecutive dovranno essere sottoposti al controllo preventivo ed approvazione della Direzione Lavori.

Tale controllo consisterà nella verifica sull'idoneità di:

- attrezzature da usare nella prefabbricazione quali: impianti di betonaggio, casseforme, piani vibranti, spazi di produzione e di stoccaggio, ecc.;
- modalità esecutive quali: tempi e modi di produzione, metodi di vibrazione, metodi di stagionatura, ecc.

**20.4.2 Controllo sulle casseforme**

Le casseforme dovranno rispondere alle seguenti tolleranze dimensionali (S = deviazione ammissibile):

- lunghezza:  $S = \pm L/1000$  (minimo 10 mm);
- sezione (altezza, larghezza, ali):  $S = \pm L/200$  (minimo 2 mm);
- spessore anima:  $S = \pm L/200$  (minimo 2 mm).

**20.4.3 Controlli sul posizionamento delle armature**

Le tolleranze di posizionamento dell'armatura sono:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- armature in prossimità delle superfici (con il segno + si indica una maggiore distanza dalle superfici):  $-0 \text{ cm} \leq S \leq + 0.5 \text{ cm}$ ;
- armature interne cui è affidata la resistenza strutturale: il maggiore tra  $S = \pm 0.25 \text{ cm}$  e  $S = \pm h/100$  (essendo h lo spessore in cm del calcestruzzo nella direzione dove lo scarto dell'armatura riduce la resistenza strutturale);
- armature interne costruttive: il maggiore tra  $S = \pm 1.0 \text{ cm}$  e  $S = \pm h/50$ .

Lo scarto S deve in ogni caso essere inferiore a 3 cm nel caso di armature ordinarie e di 2 cm per quelle da precompressione, fermo restando quanto detto per le armature di superficie, dove S è lo scarto tra la posizione teorica di progetto e la posizione in opera.

#### 20.4.4 Calcestruzzo

Il calcestruzzo per il confezionamento degli elementi prefabbricati dovrà avere le prestazioni indicate negli elaborati progettuali e comunque la resistenza caratteristica di progetto non sarà inferiore a 35 Mpa, nonché dovrà essere confezionato per la classe di esposizione ambientale 3 + 5b conformemente alla UNI EN 206-1 UNI 11104.

Per i controlli sul cls si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche.

#### 20.4.5 Esecuzione getto

Si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche.

#### 20.4.6 Stagionatura

Si farà riferimento all'articolo "Calcestruzzi" delle presenti Norme Tecniche.

La maturazione accelerata dei conglomerati cementizi con trattamento termico sarà permessa nel rispetto del D.M. 03.12.1987.

#### 20.4.7 Scassero

Prima di procedere allo scassero si dovrà verificare che il calcestruzzo abbia raggiunto la resistenza richiesta per questa operazione. Per eventuali azioni si dovrà tenere conto l'attrito della cassaforma, azioni chimiche, azioni dinamiche, posizione dei punti di sollevamento, ecc. In mancanza di determinazioni più precise si assumerà che gli sforzi siano dovuti al peso proprio maggiorato del 30%. Tale condizione vale anche per la verifica delle condizioni di sollecitazione all'intorno del punto di sollevamento, anche per l'eventuale armatura di frettaggio.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**20.4.8 Controlli in corso d'opera**

La Direzione Lavori potrà prescrivere prove sperimentali, il cui onere spetta all' Appaltatore, atte a prevedere il comportamento della struttura da realizzare con tali manufatti, avuto particolare riguardo alla durata nel tempo, alla efficienza dei collegamenti, agli effetti dei fenomeni di ritiro e viscosità e dei carichi alternati o ripetuti.

Questi controlli vanno eseguiti sul luogo di produzione degli elementi prefabbricati prima delle operazioni di montaggio e sono indipendenti dalle operazioni di collaudo da effettuarsi sull'impalcato finito.

L'elenco dei controlli, che sarà dettagliato dalla Direzione Lavori, dovrà prevedere almeno le seguenti verifiche:

- il controllo dimensionale rigoroso di un elemento ogni dieci prodotti;
- la misura della deformata all'atto della precompressione di tutti gli elementi prodotti; andranno misurate sia l'accorciamento assiale che le controfrecce in un numero significativo di punti. Per un elemento ogni cinque questa misura andrà ripetuta dopo la tesatura e poi settimanalmente per tutta la fase di stoccaggio del pezzo.

**20.4.9 Stoccaggio**

I materiali dovranno essere posti a stoccaggio in maniera propria, e più precisamente:

- si dovrà evitare qualsiasi danneggiamento;
- si dovrà evitare la costante esposizione di una parte del manufatto a condizioni sistematicamente diverse della rimanente (esposizione al sole, ecc.);
- si dovrà evitare che i punti di appoggio inducano o favoriscano deformazioni lente che possano pregiudicare l'esatto posizionamento e/o una variazione dimensionale tale da pregiudicare il montaggio stesso e/o un rilassamento dei cavi di precompressione non ammissibile.

Dovranno essere comunicati preventivamente alla Direzione Lavori il tempo minimo e massimo di stoccaggio. Ciascun elemento dovrà essere marcato in maniera permanente, mediante un numero di matricola che ne permetta l'univoca identificazione.

**20.4.10 Trasporto e montaggio**

Modalità e tempi di trasporto e montaggio del manufatto dovranno essere tali da evitare danneggiamenti allo stesso. Parimenti le modalità di trasporto e montaggio dovranno essere

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

oggetto di studio in fase di progettazione e dovranno essere esplicitamente indicate, insieme alle tolleranze di montaggio, negli elaborati costruttivi del manufatto.

Per i ganci di sollevamento in barre da c.a. si farà riferimento all'Articolo "Acciai da c.a." delle presenti Norme Tecniche.

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Nel caso di travi prefabbricate di lunghezza L, salvo più restrittive specifiche progettuali che saranno indicate nei disegni costruttivi del manufatto, andranno rispettati i seguenti limiti (S = scarto ammissibile) nel montaggio:

- posizionamento appoggi nel senso longitudinale:  $S = \pm L/2000$  (minimo  $\pm 1\text{cm}$ );
- posizionamento appoggi nei senso trasversale:  $S \leq \pm 1\text{cm}$ ;
- posizionamento altimetrico appoggi: assoluto  $S \leq \pm 0.5\text{cm}$ ; relativo tra appoggi di uno stesso impalcato lungo un asse appoggi  $S \leq \pm 1\text{mm}$ ;
- parallelismo piani di appoggio travi pulvino:  $S \leq \pm 0.003\text{rad}$ .

Qualora le travi vengano poste su appoggi provvisori per essere trasferite su quelli definitivi dopo aver effettuato i collegamenti trasversali, andranno valutate le sollecitazioni dovute alle tolleranze di posizionamento precedentemente indicate.

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto dall'Appaltatore un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme, e se ne deve dare preventiva documentazione alla Direzione Lavori.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

#### **20.4.11 Appoggi**

Gli appoggi devono essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Per elementi di solaio o simili deve essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, conforme agli elaborati progettuali e comunque non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitivo. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti vanno raddoppiati.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo deve essere conforme agli elaborati progettuali e comunque non inferiore a  $(8 + L/300)$  cm, essendo «L» la luce netta della trave in centimetri.

**20.5 ONERI SPECIFICI DELL' APPALTATORE**

Oltre a tutti gli oneri di cui alle presenti Norme Tecniche sono a completo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri, nessuno escluso, per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte, tra cui, a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- gli elaborati costruttivi degli elementi prefabbricati con le indicazioni relative a stoccaggio, trasporto e posa in opera dei manufatti;
- effettuare le lavorazioni anche con soluzione di continuità;
- subordinare le operazioni di posa in opera alle indicazioni fornite dal monitoraggio in corso d'opera;
- provvedere alla mobilitazione di attrezzature in numero, potenza e capacità operativa tali da consentire una produttività congruente con i programmi di lavoro previsti; le attrezzature dovranno essere altresì le più idonee alle condizioni ambientali, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni interessati;
- adottare tutti gli accorgimenti necessari ad attenuare i disturbi alle persone derivanti dalle vibrazioni e dai rumori connessi alle attività in corso, e ad evitare danni a opere e manufatti preesistenti;
- eseguire tutti i controlli e le prove prescritti dalle presenti Norme Tecniche, così come quelli integrativi che a giudizio della Direzione Lavori, si rendessero necessari per garantire le qualità e le caratteristiche prestazionali previste nel progetto,
- realizzare tutte le opere provvisorie che si rendesse necessario costruire per la presenza vicino all'opera di fabbricati e/o manufatti;
- adottare tutti i provvedimenti previsti nel piano di sicurezza e coordinamento;
- riparazione di eventuali danni causati, nonché le prestazioni di personale idoneo nel caso di necessità.

## **CAPITOLO 21.: OPERE EDILI**

---

## 21.1 INTONACI

Gli intonaci possono essere del tipo:

- Intonaco rustico tirato in piano a fratazzo fino, su murature di qualsiasi forma e tipo e su soffitti, eseguito con due strati di malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati; con malta dosata a 400 kg di calce idraulica per metro cubo di sabbia e rifinito con malta di calce fina (grassello) o con malta dosata a 400 kg di cemento per metro cubo di sabbia, rifinito a fratazzo fino;
- Intonaco civile interno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, dello spessore non inferiore a 7 mm, eseguito a mano e o a macchina con malta premiscelata composta da calce, gesso, perlite ed additivi;
- Intonaco civile esterno su superfici verticali ed orizzontali, anche curve, eseguito in due strati: con malta bastarda dosata a 250 kg di calce idraulica e 250 kg di cemento per metro cubo di sabbia e rifinito a fratazzo fino, o con malta dosata a 350 kg di cemento per metro cubo di sabbia, ambedue rifiniti a fratazzo fino;
- Intonaco ignifugo a superficie rasata eseguito con malta composta da 1 m<sup>3</sup> di vermiculite, 250 kg di cemento tipo 42,5 e 1 kg di VICSOL aerante o equivalente.

L'esecuzione degli intonaci sarà preceduta da bagnatura ed accurata preparazione delle superfici mediante rimozione di grumi di malta, scarnitura delle commessure fino a conveniente profondità, ripulitura delle pareti e rinzaffo delle irregolarità più salienti.

Non dovranno essere di norma eseguiti in periodi di temperature troppo rigide od elevate; dovrà essere presa ogni precauzione necessaria a proteggerli dagli agenti atmosferici di qualsiasi genere, quando questi siano tali da pregiudicare la normale presa della malta. Salvo prescrizioni particolari, l'esecuzione sarà con angoli e spigoli a filo vivo, perfettamente a "piombo", con squadra perfetto tra soffitti e pareti e con superfici prive di ondulazioni, irregolarità, peli, screpolature od altri difetti. Gli intonaci che non presentassero la necessaria aderenza alle murature dovranno essere demoliti e rifatti a cura e spese dell'Appaltatore. Prima dell'esecuzione degli intonaci si predisporranno opportune fasce, eseguite sotto regoli di guida, in numero sufficiente per ottenere intonaci perfettamente piani; sarà applicato quindi un primo strato di malta gettata con forza in modo che penetri in

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

tutti gli interstizi e li riempia. Quando il primo strato avrà ottenuto una leggera presa si applicherà su di esso un secondo strato che sarà regolarizzato con regolo e fratazzo.

Quando l'intonaco deve essere applicato sull'intradosso di solai e su strutture in conglomerato cementizio si dovrà eseguire, preliminarmente, un primo leggero rinzaffo con malta fluida di cemento, cui seguiranno le operazioni descritte in precedenza. Gli intonaci civili interni ed esterni saranno rifiniti con malta fina tirata a fratazzo.

Tutti gli spigoli degli intonaci interni dovranno essere protetti da paraspigoli fino all'altezza di 1,50 m.

Gli intonaci ignifughi dello spessore previsto in progetto saranno eseguiti con la stessa metodologia degli altri intonaci, stendendoli in strati successivi fino ad ottenere gli spessori richiesti.

### **21.1.1 Intonaci eseguiti a mano**

L'intonaco a mano sarà eseguito in doppio strato fresco su fresco per uno spessore complessivo di 20 mm, dosato a 500 kg di cemento normale (di tipo III o di tipo IV) per metro cubo di sabbia.

### **21.1.2 Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite)**

Prima di applicare la gunite su pareti in conglomerato cementizio degradate, l'Appaltatore avrà cura di eseguire la sabbiatura ad aria compressa ed un efficace lavaggio con acqua in pressione. La malta sarà di norma composta di 500 kg di cemento (di tipo IV 32,5 o 32,5R) per metro cubo di sabbia salvo diverse prescrizioni. Il dosaggio dei componenti deve essere fatto a peso.

L'acqua proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche specificate nelle presenti Norme.

Il rapporto acqua/cemento non dovrà essere superiore a 0,45.

Allo scopo di realizzare un intonaco impermeabile si farà costantemente uso di additivi acceleranti di presa e fluidificanti, del tipo e nella quantità approvate dalla Direzione Lavori. Le sabbie da impiegare nell'impasto saranno di natura silicea, lavate e vagliate, scevre da limo ed ogni altra impurità.

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

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Serie crivelli e setacci UNI	Passante % totale in peso
crivello 10	100
crivello 5	98-88
setaccio 2	73-63
setaccio 0,4 setaccio 0,18	32-22 13-3

L'intonaco avrà di norma spessore di 35 mm e sarà eseguito in tre strati: il primo strato del tipo boiaccia servirà a preparare la superficie per accogliere lo strato successivo, mentre il terzo strato sarà di spessore tale da portare la gunite ai prescritti 35 mm.

Potrà essere prevista l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio che saranno fissate al supporto mediante chiodatura, di caratteristiche come indicate in progetto. Quando l'intonaco fosse eseguito in gallerie e si verificassero delle venute d'acqua dovranno essere predisposte, prima della gunitura, opportune canalette di captazione.

### 21.1.3 Prove e controlli di laboratorio

A discrezione della Direzione Lavori saranno prelevati campioni di sabbia stoccata a piè d'opera per il controllo granulometrico.

Essa, al momento della posa in opera dovrà essere ben asciutta ai fini di ottenere un buon impasto al momento dell'applicazione.

Saranno prelevati campioni di gunite sulla parete (dopo aver completato il ciclo degli strati) per il controllo della percentuale di acqua, della percentuale di cemento e della curva granulometrica, cospargendo il campione di alcool fino a coprire il prelievo.

Inoltre, durante la posa in opera della miscela saranno prelevati campioni della stessa spruzzandola entro apposite cubettiere con getto normale al fondo dei contenitori; la superficie sarà rasata e fratazzata. La maturazione dei provini avverrà in camera climatica. La frequenza dei prelievi e il numero dei campioni sarà indicato dalla Direzione Lavori. e prove di rottura a compressione a ventotto giorni dovranno dare una classe di resistenza non inferiore a 35/40 MPa.

## 21.2 SOLAI

### 21.2.1 Generalità

Per tutti i solai, valgono le norme emanate in applicazione dell'art. 21 della Legge 5.11.1971 n. 1086, della Legge 2.2.1974 n. 64 (D.M. LL.PP. 3.12.1987 e successivi aggiornamenti) nonché le norme di cui all'articolo "Conglomerati cementizi semplici e armati".

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**21.2.2 Solai misti in c.a. e laterizi**

I blocchi forati in laterizio per solai misti dovranno essere del tipo a funzione statica in collaborazione con il conglomerato; dovranno rispondere alle norme per l'accettazione di materiali di cui all'art. 2 ed avere i seguenti requisiti:

- spessore delle pareti perimetrali ed orizzontali compresse: non minore di 8 mm;
- spessore dei setti: non minore di 7 mm;
- resistenza caratteristica cubica a compressione nella direzione dei fori: di 30 MPa;
- il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non deve essere superiore a  $0,6-0,625 A$ , dove «A» è l'altezza del blocco in metri, con un massimo del 75%.

Le nervature, della larghezza non minore di  $1/8$  dell'interasse e in ogni modo non inferiore a 8 cm, le zone piene agli incastri, la soletta superiore di compressione, dello spessore non inferiore a 4 cm, saranno realizzate in calcestruzzo di cemento di tipo II e con  $R_{ck} > 30$  MPa; i ferri d'armatura apparterranno al tipo B450C.

Nei solai di luce superiore a 5,00 m dovranno essere previsti travetti di ripartizione in spessore di solaio; i laterizi dovranno essere bagnati fino a saturazione prima del getto.

**21.2.3 Solai alleggeriti a struttura in c.a.**

Sono costituiti da lastre prefabbricate in calcestruzzo di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa, dello spessore di

4 cm, in elementi modulari di larghezza 120, 240 cm o sottomultipli, armati con rete elettrosaldata e tralicci in barre d'acciaio a aderenza migliorata del tipo B450C, dimensionati in funzione delle luci e delle portate dei solai.

L'alleggerimento sarà ottenuto con blocchi di polistirolo espanso non collaboranti, della densità non inferiore a  $20 \text{ kg/m}^3$ , tenuti in posto con idonei sistemi.

Le nervature, della larghezza non minore di  $1/8$  dell'interasse e in ogni modo non inferiore a 8 cm, le zone piene agli incastri, le travi a spessore perimetrali e trasversali, la soletta superiore di compressione, dello spessore non inferiore a 4 cm ed armata con rete elettrosaldata in acciaio del tipo B450C in ragione di  $2,5 \text{ kg/m}^2$  di soletta, saranno realizzate in calcestruzzo di cemento di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa; i ferri d'armatura integrativa apparterranno al tipo B450C, dimensioni e sagomature secondo le indicazioni progettuali.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Nei solai di luce superiore a 5,00 m dovranno essere previsti travetti di ripartizione in spessore di solaio.

Le lastre prefabbricate dovranno essere perfettamente complanari e poggiate su piani livellati, l'intradosso del solaio sarà rifinito mediante sigillatura dei giunti con malta antiritiro additivata con speciali collanti e rasatura finale.

#### **21.2.4 Solai in lamiera grecata e getto collaborante in c.a.**

Costituiti da lastre di lamiera grecata con sovrastante getto collaborante in calcestruzzo.

Le lastre di lamiera grecata d'acciaio laminato a freddo dello spessore di 1,2 mm dovranno avere nel senso trasversale un rapporto tra sviluppo effettivo e larghezza della lastra  $> 1,6$ ; dovranno essere zincate a caldo con sistema Sendzimir, la faccia a contatto con il calcestruzzo dovrà avere idonei staffaggi atti a migliorare l'aderenza acciaio calcestruzzo.

Il getto collaborante in calcestruzzo di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa dovrà colmare le nervature e formare una soletta superiore continua dello spessore minimo di 4 cm; potrà eventualmente essere alleggerito mediante impiego d'inerti d'argilla espansa strutturale; sarà armato con rete d'acciaio del tipo B450C a maglie elettrosaldate; i ferri d'armatura integrativa apparterranno al tipo B450C, dimensioni e sagomature secondo le indicazioni progettuali.

Compresa la solidarizzazione del solaio alle strutture portanti, secondo i disegni di progetto, gli sfridi della lamiera, la fornitura in opera d'idonee scossaline per il tamponamento delle testate ed il contenimento del getto, ecc..

#### **21.2.5 Solai in lastre multiferi estruse prefabbricate in c.a.**

Costituiti da lastre multiferi estruse prefabbricate in cemento armato precompresso di tipo I con  $R_{ck} > 55$  MPa, armate con trefoli d'acciaio preteso aventi  $f_{ptk} > 1800$  MPa, da considerare, come schema statico, a semplice appoggio, di spessore come da indicazioni progettuali. Compreso: il livellamento dei piani d'appoggio; l'impiego di puntelli e banchinaggi per ottenere perfetta planarità all'intradosso; la sigillatura dei giunti longitudinali con malta di cemento dosato a  $400 \text{ kg/m}^3$  ed additivato con agenti antiritiro; l'esecuzione.

Sulle lastre ancora fresche saranno realizzate delle asole per la posa in opera dei ferri di connessione, che saranno bloccati in opera con calcestruzzo e/o malta additivati con agenti antiritiro; la messa in opera sarà completata dalla realizzazione di cordoli e di corree in c.a. di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## **21.3 CONTROSOFFITTI**

### **21.3.1 In pannelli ad impasto gessoso**

Costituiti da pannelli modulari piani accostati e realizzati con impasto gessoso opportunamente fibrato, delle dimensioni di 60x60 cm e spessore minimo 3 cm, dotati sui bordi di speciale incastro atto a consentire una rapida movimentazione, aventi resistenza al fuoco di 45 min. Il pannello sarà dotato d'armatura portante non in vista, costituita da profilati d'acciaio zincato a T e relativi distanziatori, fissati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla e sarà rifinito con speciale coprifilo perimetrale in profilato d'alluminio d'adeguata sezione anodizzato o verniciato.

Come da prescrizione di progetto, sono richiesti pannelli a superficie in vista liscia; o pannelli fonoassorbenti con superfici in vista forata, con foratura regolare o irregolare, muniti di materassino in lana di vetro incorporato e protetto da una lamina in alluminio.

### **21.3.2 In pannelli di fibre minerali**

Costituiti da pannelli piani del tipo acustico decorativo con resistenza al fuoco di 120 min, idonei per essere installati in ambienti ad alto tasso d'umidità, realizzati con fibre minerali selezionate disposte a strati incrociati e trattate in forno ad alta temperatura; avranno dimensioni modulari 60x60 cm e spessore minimo di 15 mm; la superficie in vista finita con tre mani di tinta bianca lavabile.

Montati su orditura di sostegno costituita da profilati a T d'acciaio zincato verniciati a forno di colore bianco, posti in vista e formanti un reticolo delle dimensioni dei pannelli, ancorati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondini d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla; forniti di speciale coprifilo perimetrale in profilato d'alluminio d'adeguata sezione anodizzato o verniciato.

### **21.3.3 In pannelli di lamierino d'alluminio**

Costituiti da pannelli modulari fonoassorbenti in lamierino d'alluminio di dimensioni 60x60 cm, dello spessore minimo di 0,5 mm a superficie forata, verniciati con smalto vinilico polimerizzato a forno di colore previsto in progetto.

Ogni pannello sarà scatolato con i bordi sagomati per il montaggio accostato, compreso un materassino dello spessore di 3 cm di lana di vetro a fibra lunga imbustato in sacchetto di polietilene sigillato a caldo, posto nella parte superiore.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I pannelli saranno posti in opera, sospesi mediante clips a scatto d'acciaio zincato, su orditura di sostegno in tubi d'acciaio trattati con vernice anticorrosiva, ancorati alle strutture portanti mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato del diametro di 4 mm con molla.

Il controsoffitto così realizzato sarà rifinito perimetralmente da speciale coprifilo in profilato d'alluminio, d'adeguata sezione, anodizzato o verniciato.

#### **21.3.4 In elementi modulari a cielo aperto**

Costituiti da elementi modulari in fibre minerali selezionate e compresse, d'altezza minima 16 cm e spessore minimo 1,5 cm, rifiniti con una mano d'imprimatura e due mani di pittura acrilica bianca, aventi resistenza al fuoco di 90 min.

Gli elementi saranno posti in opera in posizione verticale accoppiati dorso contro dorso, formanti una struttura alveolare a cielo aperto a maglia quadra di 60x60 cm, su orditura a maglia costituita da speciali profilati d'acciaio zincato sagomati ad omega e verniciati a forno in colore bianco. Il fissaggio dell'orditura alle strutture portanti sarà realizzato mediante tiranti rigidi regolabili in tondino d'acciaio zincato  $\phi=4$  mm con molla, da staffe a più vie d'ancoraggi e da artigli ferma pannelli. La lavorazione sarà completata dalla messa in opera di un pannello corrente sull'intero perimetro del controsoffitto.

#### **21.3.5 In doghe d'alluminio**

Saranno del tipo modulare piano, realizzati con doghe in profilato d'alluminio dello spessore minimo di 0,5 mm, preverniciate a forno nel colore previsto in progetto, con bordi sagomati. In progetto può essere previsto l'utilizzo di doghe normali e/o forate fonoassorbenti, queste ultime con sovrastante materassino in lana di vetro a strisce della larghezza delle doghe e dello spessore di 3 cm.

Saranno poste in opera a scuretto aperto di 15 mm, montate con aggancio rapido su orditura portante costituita da traverse d'acciaio zincato verniciate in colore nero, fissata alle strutture portanti mediante pendinatura in barrette regolabili d'acciaio zincato e stabilizzata alle pareti perimetrali.

Sarà rifinito perimetralmente con uno speciale coprifilo in alluminio, d'adeguata sezione, anodizzato o verniciato.

### **21.3.6 In lastre di gesso cartonato su intelaiatura portante**

Le lastre avranno uno spessore minimo di 13 mm; saranno applicate a vite, su un'intelaiatura portante realizzata con profilati d'acciaio zincato rullati a freddo; l'intradosso del soffitto dovrà essere rifinito con rasatura e stuccatura dei giunti.

### **21.3.7 In tavolato d'abete**

Sarà realizzato in tavolato d'abete, piallato e maschiettato, dello spessore di 22 mm, lavorato e posto in opera su apposita struttura di sostegno d'acciaio zincato, per la realizzazione di pannellature preassemblate come da progetto; comprese le viti di fissaggio, le guarnizioni perimetrali in dutral, il trattamento con due mani d'impregnante trasparente ed una mano di vernice poliuretana trasparente e quant'altro occorre.

Il ciclo di trattamento sarà preceduto dalla preparazione del supporto mediante stuccatura, rasatura e carteggiatura.

### **21.3.8 Controsoffitto tagliafuoco**

Costituito da pannelli in calcio silicato del tipo isolante termico e acustico, avente reazione al fuoco di classe 0 e reazione al fuoco 180 min, delle dimensioni modulari di 60x60 cm e spessore minimo 25 mm con bordi sagomati per l'incastro dell'orditura, idonei per essere installati anche in ambienti ad alto tasso d'umidità; la superficie in vista finita con tre mani di tinta lavabile. L'orditura di sostegno reticolare a vista, dovrà essere realizzata in profilati a T d'acciaio zincato e verniciato, ancorata alle strutture portanti con tiranti rigidi regolabili.

## **21.4 COPERTURE**

### **21.4.1 Norme generali**

Le coperture saranno eseguite con lastre e pannelli aventi misure commerciali idonee per ottenere il miglior risultato estetico e funzionale nonché lunghezza corrispondente a quella delle rispettive falde.

Quando, per esigenze di trasporto od altro, non fosse possibile avere lastre di tale lunghezza la sovrapposizione dovrà essere di almeno 15 cm.

Le sovrapposizioni laterali saranno di almeno due onde; in zone particolarmente ventose il senso di posa dovrà essere contrario a quello del vento dominante.

Lastre e pannelli dovranno essere fissati alle strutture portanti con sistemi atti a garantire l'aderenza ed impedire deformazioni, pur consentendo i movimenti di dilatazione. Le

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

coperture dovranno essere complete di converse, scossaline frontali e laterali, colmi, raccordi; ancorate su un'orditura di listelli di legno fissati alle strutture portanti mediante bulloneria e accessori vari di fissaggio, ecc.

I pezzi speciali (comignoli, esalatori, ecc.) dovranno possibilmente essere forniti dagli stessi produttori delle lastre o pannelli; in mancanza saranno preparati in lamiera zincata o in rame, secondo le previsioni progettuali.

#### **21.4.2 In lastre ondulate di fibrocemento**

Saranno realizzate con lastre ondulate conformi alle vigenti norme UNI, dello spessore minimo di 6 mm ed altezza d'onda non superiore a 5 cm poste in opera su orditura di listelli di legno abete di sezione minima 6x3 cm, posti ad interasse non superiore a 1,00 m, bitumati e fissati con opportuna tecnica (malta cementizia, bullonatura, ecc.) alla struttura portante.

Le lastre saranno fissate con viti di ferro zincato e rondelle in materiale plastico, passanti in fori eseguiti col trapano ed il cui diametro sarà maggiore di quello della vite per consentire eventuali piccoli spostamenti dovuti alla dilatazione.

#### **21.4.3 In lastre nervate d'alluminio**

Le lastre saranno del tipo a sezione trapezoidale o semiesagonale d'alluminio primario ALP 99,5 di qualità cruda, con spessore minimo di 0,7 mm e peso non inferiore a 1,850 kg/m<sup>2</sup>.

L'altezza delle nervature sarà di 38 mm con una tolleranza massima di  $\pm 2$  mm.

La posa in opera su orditura di listelli di legno abete, posti ad interasse non superiore a 1,00 m, bitumati e fissati alla struttura portante con malta cementizia.

Il fissaggio delle lastre sarà eseguito di norma mediante viti di ferro zincato o cadmiato o in lega leggera non contenente rame con interposta rondella d'alluminio ricotto oltre ad una rondella o feltro bitumato per la tenuta del foro all'acqua.

Le viti debbono essere applicate nella sommità delle nervature e serrate fino a comprimere le rondelle senza deformare le nervature stesse.

Di norma il numero delle viti non dovrà essere inferiore ad una ogni metro quadrato di copertura e di una ogni onda ai bordi di colmo e di gronda.

Nelle sovrapposizioni dovranno essere eseguite cuciture con viti autofilettanti, in lega leggera, serrate fino al perfetto combaciamento delle due lastre.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Potranno essere usate anche modalità diverse d'ancoraggio, che evitino il perforamento della lamiera, con sistemi a gancio sottolastra o con profilati speciali in alluminio crudo.

Per ciascuno di questi dovrà essere chiesta preventiva approvazione alla Direzione Lavori.

Resta comunque inteso che qualunque sia il sistema adottato, questo dovrà garantire la totale sicurezza dell'ancoraggio in relazione ai carichi applicati ed in rapporto all'azione del vento.

Una opportuna tecnica di montaggio, inoltre, dovrà sempre evitare le saldature, ma se queste non potranno essere sostituite, sarà opportuno eseguirle con sistemi elettrici od autogeni adeguati, escludendo assolutamente saldature dolci a bassa temperatura con uso di leghe a base di piombo, stagno od ottone.

Dovrà essere evitato nel modo più scrupoloso il contatto dell'alluminio con la malta o con metalli pesanti (piombo, rame, bronzo, ecc.), anche in tracce lasciate da inadeguati attrezzi di lavoro, poiché potrebbero dar luogo a rapido deterioramento in presenza d'umidità. I listelli dell'orditura saranno rivestiti con liste di cartonfeltro bitumato, esente da catrame, fenoli e non sabbiato.

In alternativa il progetto può prevedere la posa in opera su orditura d'acciaio zincato, fissata con cavallotti e bulloneria rispettando i passi e norme del fissaggio su listelli di legno. L'orditura d'acciaio non zincata dovrà, prima della posa in opera delle lastre, essere spalmata con vernice a base bituminosa o ricoperta con strisce di plastica autoadesive.

Le lastre dovranno essere immagazzinate isolandole dal suolo con tavole di legno e proteggendole da spolveri di cemento, calce e da altri composti chimici.

Si dovrà inoltre proibire durante la posa in opera l'uso di scarpe chiodate, sostituendole con calzari di gomma e disporre tavole trasversali sulla copertura di modo che gli operai possano muoversi senza causare ammaccature alle ondulazioni.

Sarà diritto della Direzione Lavori il non accettare e pretendere dall'Appaltatore la sostituzione, con tutti gli oneri da questa derivanti, di quelle lastre che per qualsiasi motivo risultassero danneggiate o non idonee.

#### **21.4.4 In pannelli sandwich autoportanti**

I pannelli avranno dimensioni trasversali modulari secondo le esigenze di progetto e saranno costituiti da due lamiere d'acciaio zincato sistema Sendzimir, preverniciate, dello spessore di 0,6 mm.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La lastra superiore può essere prevista in progetto in rame, dello stesso spessore.

Le due lamiere racchiudono uno strato di materiale isolante in schiuma poliuretana autoestingente della densità minima di 40 kg/m<sup>3</sup>.

La lamiera superiore avrà una grecatura conformata in modo da garantire la resistenza alle sollecitazioni previste; le nervature dovranno avere altezza non inferiore a 35 mm, con un rapporto, nel senso trasversale, tra sviluppo effettivo e larghezza di lastra, pari a circa 1,3.

La giunzione tra i pannelli sarà realizzata in modo da garantire la perfetta impermeabilità all'acqua e sarà dotata di guarnizione continua di tenuta inserita in opera o in fase di produzione.

Il fissaggio dei pannelli alle strutture sarà effettuato per mezzo di viti zincate autofilettanti o automaschianti dotate di rondella in P.V.C. e sarà completato con l'inserimento di un cappellotto munito di relativa guarnizione.

#### **21.4.5 In lastre di lamiera grecata**

Le lastre saranno in acciaio zincato a caldo col sistema Sendzimir; avranno spessore minimo di 1,2 mm ed un rapporto tra sviluppo effettivo e larghezza di lastra, misurato in senso trasversale, pari a 1,6-1,7.

Saranno fissate alla struttura portante metallica mediante cavallotti e viti, compresi pezzi speciali, lattonerie per colmi, converse e scossaline, guarnizioni e quanto altro necessario. Il fissaggio delle lastre sarà eseguito di norma mediante viti di ferro zincato o cadmiato o in lega leggera non contenente rame con interposta rondella d'alluminio ricotto oltre ad una rondella o feltro bitumato per la tenuta del foro all'acqua.

Le viti debbono essere applicate nella sommità delle nervature e serrate fino a comprimere le rondelle senza deformare le nervature stesse.

Di norma il numero delle viti non dovrà essere inferiore ad una ogni metro quadrato di copertura e di una ogni onda ai bordi di colmo e di gronda.

#### **21.4.6 In lastre di metacrilato**

Le lastre piane avranno uno spessore di 6 mm e potranno essere curvate per manti anche a superficie curva aventi raggi di curvature superiore a 1,00 m; saranno realizzate in metacrilato traslucido o colorato in pasta, come da indicazioni di progetto e saranno fissate

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

su orditura metallica; i giunti saranno sigillati con idonei collanti e rifiniti con coprigiunti metallici.

**21.4.7 In pannelli d'acciaio inox**

I pannelli forniti in opera per la copertura delle scale delle isole di stazione, saranno realizzati come da progetto.

I manufatti dovranno essere costruiti con struttura portante in profilati d'acciaio zincato, le pannellature di copertura e delle pareti laterali in scatolato d'acciaio inox, con iniettato all'interno poliuretano espanso, le due finestrate laterali realizzate in metacrilato trasparente, completi di un corrimano d'acciaio inox posizionato sul lato interno delle scale.

I profilati, le piastre e i bulloni, in acciaio Fe 430 saranno zincati a caldo per uno spessore non inferiore a 60 µm; i profilati in vista, oltre la zincatura, dovranno essere verniciati in nero opaco, con vernici epossidiche e poliuretaniche applicate con ciclo "D".

La copertura, in acciaio inox AISI 304/L satinato e protetto di spessore 10/10, sarà realizzata mediante unica piegatura, la lastra interna sarà in alluminio preverniciato di colore bianco e il riempimento fonoassorbente ottenuto mediante iniettamento di poliuretano espanso a bassa pressione.

I pannelli di tamponamento laterali saranno realizzati con doppio guscio, con gli stessi materiali esterni e riempimenti utilizzati nella copertura.

Le lastre in polimetilmetacrilato colato, sagomate e lucidate, saranno dello spessore di mm 5.

Il mancorrente realizzato con tubolare d'acciaio inox AISI 304/L.

**21.4.8 In lamiera di rame**

Manto di copertura costituito da lamiera in rame, conforme alla Norma UNI 10372, dello spessore previsto in progetto, di larghezza modulare e lunghezza pari a quella di falda. Le giunzioni dovranno essere realizzate a doppia aggraffatura e la posa in opera, sulla struttura portante prevista in progetto, sarà completa d'accessori di fissaggio, raccordi, chiodature, ripiegature e quant'altro occorre.

**21.4.9 Strato di ghiaia**

Dove previsto sarà steso sulle coperture uno strato di ghiaia lavata di cava o di fiume, di granulometria e spessore, come indicato negli elaborati progettuali.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La stesa potrà essere realizzata a mano o con mezzi idonei, che non sollecitino eccessivamente il sottostante solaio di copertura.

**21.4.10 In lastre compatte di policarbonato**

I vantaggi di tali lastre sono, oltre all' eccellente resistenza agli agenti atmosferici, l'estrema resistenza agli urti, la buona classificazione per le caratteristiche di reazione al fuoco e la termoformabilità

Le lastre da utilizzare saranno lastre trasparenti di policarbonato dotate di protezione ai raggi UV su ambo i lati., dovranno presentare buona esistenza agli agenti atmosferici e garantire un lungo ciclo di vita del prodotto, confermati da una garanzia di 10 anni per la resistenza agli agenti atmosferici e per l'infrangibilità. In particolare dovranno essere garantiti:

- mantenimento della trasmissione luminosa

Ciò significa che le lastre, dopo 10 anni di utilizzo, presentano una trasmissione luminosa inferiore solo di 6 punti percentuali rispetto a quella che avevano al momento della consegna. La trasmissione luminosa viene determinato su campioni puliti e senza graffi, come previsto dalla norma DIN 5036.

- mantenimento della rigidità

Ciò significa che le lastre, dopo 10 anni di utilizzo, presentano un modulo di elasticità  $E \geq 2100$  MPa. Il modulo di elasticità viene determinato, secondo la norma ISO 527, tramite prova di trazione a 23°C, come valore medio risultante da misurazioni eseguite su 5 campioni pianparalleli, condizionati, in clima normale di 23°C/50% di umidità relativa, fino allo stato di equilibrio.

- mantenimento della resistenza

Ciò significa che le lastre, dopo 10 anni di utilizzo, presentano una resistenza alla trazione pari a  $\sigma_y \geq 50$  MPa. La resistenza alla trazione è determinata, secondo la norma ISO 527, tramite prova di trazione a 23°C, come valore medio risultante da misurazioni eseguite su 5 campioni pianparalleli, condizionati, in clima normale di 23°C/50% di umidità relativa, fino allo stato di equilibrio.

La classificazione al fuoco dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Norma	Valutazione	Spessore
CSE RF 2/75/A	Classe 1	2-10 mm tetto

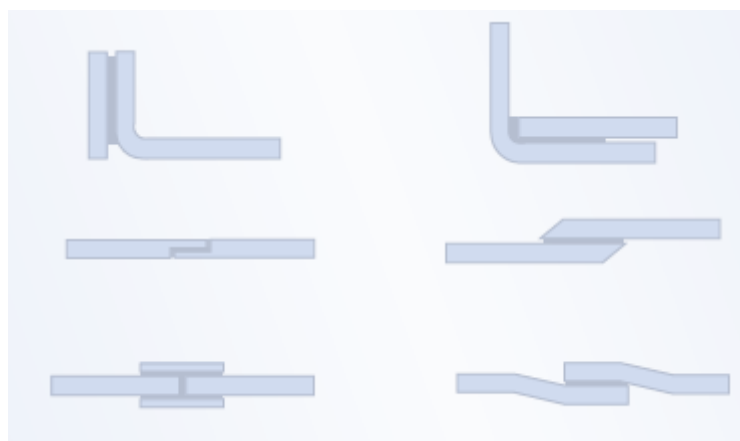
**21.4.10.1 Caratteristiche delle lastre**

Per la realizzazione di coperture il lastre di policarbonato si dovranno utilizzare lastre compatte dello spessore di 10 mm aventi le caratteristiche di seguito riportate:

	Condizioni della prova	Valore	Unit	Tipo di prova
<b>CARATTERISTICHE FISICHE</b>				
Densità		1,2	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183-1
Assorbimento di umidità	dopo stoccaggio con clima standard 23 °C/50 % r.F.	0,15	%	ISO 62-4
	dopo stoccaggio in acqua con temperatura 23 °C fino a saturazione	0,35	%	ISO 62-1
Indice di rifrazione	20 °C	1,586	–	ISO 489
<b>CARATTERISTICHE MECCANICHE</b>				
Tensione di snervamento		> 60	MPa	ISO 527-2/1B/50
Allungamento allo snervamento		6	%	ISO 527-2/1B/50
Resistenza alla trazione		> 60	MPa	ISO 527-2/1B/50
Allungamento alla rottura		> 70	%	ISO 527-2/1B/50
Modulo di elasticità		2400	MPa	ISO 527-2/1B/1
Sollecitazione limite di flessione		ca. 90	MPa	ISO 178
Resistenza agli urti	Prova Charpy senza intaglio	senza rottura	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1fU
	Prova Charpy con intaglio	ca. 11	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eA
	Prova Izod con intaglio	ca. 10	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180/1A
	Prova Izod con intaglio <sup>1)</sup>	ca. 70	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180/4A
<b>CARATTERISTICHE TERMICHE</b>				
Temperatura di rammollimento Vicat	Procedura di collaudo B50	148	°C	ISO 306
Conducibilità termica		0,2	W/m °C	DIN 52612
Coef. di dilatazione term. lineare		0,065	mm/m °C	DIN 53752-A
Termoplasticità	Procedura di collaudo A: 1,80 MPa	127	°C	ISO 75-2
	Procedura di collaudo B: 0,45 MPa	139	°C	ISO 75-2
<b>CARATTERISTICHE ELETTRICHE</b>				
Rigidità dielettrica		35	kV/mm	IEC 60243-1
Resistività		10 <sup>10</sup>	Ohm-cm	IEC 60093
Resistenza superficiale		10 <sup>14</sup>	Ohm	IEC 60093
Costante dielettrica	a 10 <sup>3</sup> Hz	3,1		IEC 60250
	a 10 <sup>5</sup> Hz	3		IEC 60250
	a 10 <sup>7</sup> Hz	0,0005		IEC 60250
Fattore di dissipazione dielettrico	a 10 <sup>3</sup> Hz	0,009		IEC 60250
	a 10 <sup>5</sup> Hz	0,009		IEC 60250

**21.4.10.2 incollaggio e fissaggio**

L'incollaggio ed il fissaggio dovranno seguire le seguenti prescrizioni:

**21.4.10.2.1 Incollaggio con solventi**

Si riportano di seguito le indicazioni da seguire per l'incollaggio con solventi:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-\_001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- Usare la debita cautela nella manipolazione dei solventi: essi possono essere tossici contenere sostanze cancerogene. Provvedere alla buona ventilazione dell'ambiente e osservare le istruzioni fornite nelle schede di sicurezza dai rispettivi produttori.
- Nell'accoppiamento mediante incollaggio delle lastre il carico deve essere distribuito uniformemente su tutta la zona di contatto. Tenete presente che l'accoppiamento può essere sottoposto solo a carichi di taglio e trazione, ma non a spellamento.

L'incollaggio con solventi è il metodo più semplice ed economico per l'accoppiamento delle lastre. Effettuando l'incollaggio, tenete presente quanto segue:

- pulire accuratamente le superfici da incollare con un panno morbido imbevuto di alcool isopropilico, per eliminare grasso, sporco ed altre sostanze estranee;
- applicare uno strato sottile di solvente solo su una delle superfici da incollare (un eccesso produrrebbe accoppiamenti deboli);
- mettere subito in contatto le due superfici premendo leggermente, in modo da ottenere un accoppiamento solidale;
- i particolari incollati possono essere mossi già dopo alcuni minuti, benché – a normale temperatura ambiente – gli incollaggi raggiungano la resistenza definitiva solo dopo qualche giorno (lento rilascio del solvente dalle giunzioni).

#### **21.4.10.2.2 Incollaggio con adesivi**

Per l'impiego e la manipolazione degli adesivi è necessario osservare le misure protettive generali e adottare le precauzioni consigliate dai rispettivi produttori.

Nella scelta dell'adesivo idoneo all'impiego nei singoli casi è necessario tener conto di numerosi parametri, come stabilità al calore, elasticità, aspetto dello strato adesivo, semplicità di lavorazione, ed eventualmente di altri aspetti ancora.

Durante l'incollaggio occorre osservare quanto segue:

- prima dell'operazione le superfici di giunzione vanno accuratamente irruvidite e pulite per migliorare l'adesione;
- non usare adesivi che contengono solventi o catalizzatori incompatibili
- osservare le istruzioni per l'uso fornite dal produttore.

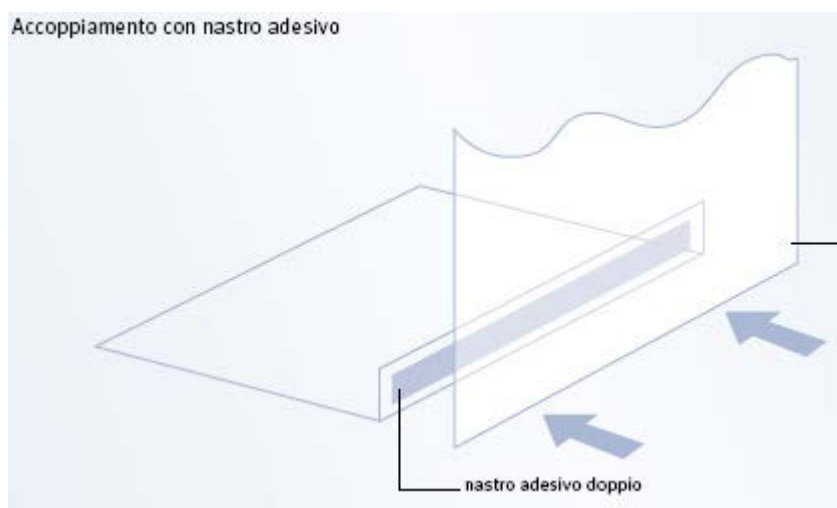
### **21.4.10.2.3 Accoppiamento con nastro adesivo**

Per ottenere un veloce accoppiamento è possibile usare nastri adesivi trasparenti doppi (a base acrilica), che sono dotati di elevata elasticità e buona adesione

Questo sistema è particolarmente indicato per l'incollaggio di sottili lastre con altre materie plastiche nonché con vetro o metallo.

Per ottenere un buon accoppiamento:

piegare i bordi della lastra in modo che risultino leggermente più larghi del nastro adesivo;  
prima dell'incollaggio pulirli con alcool isopropilico; applicare con cura e cautela il nastro adesivo; comprimere uniformemente la zona di giunzione con un rullo, in modo da allontanare le bolle d'aria e migliorare l'adesione.



### **21.4.10.2.4 Saldatura**

La saldatura trova impiego principalmente per l'accoppiamento di lastre opache. Con questo procedimento non si ottiene una qualità estetica ottimale, per cui va scelto dopo averne attentamente valutato l'opportunità.

Si tenga conto di quanto segue:

- prima dell'operazione le lastre e il filo per saldatura, eventualmente necessario, devono essere accuratamente essiccati e puliti, per evitare la formazione di bollicine e occlusioni di sporco nei giunti di saldatura;
- per abbattere le tensioni interne causate dalla dilatazione termica localizzata nelle zone di saldatura, è opportuno distendere il particolare dopo l'operazione.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Saldatura con aria calda

Questo procedimento permette di accoppiare particolari fino ad una lunghezza massima di saldatura di 300 mm. Con questa lunghezza è possibile controllare bene lo stato di tensionamento e le conseguenti deformazioni causate dal riscaldamento localizzato.

Si consiglia di lavorare con una quantità d'aria di 50-100 l/min e ad una temperatura dell'aria di 350-400 °C, misurata 5 mm davanti all'ugello.

Come ausiliare per saldatura è possibile usare fili circolari estrusi o profilati oppure sottili striscioline ritagliate da una lastra.

Saldatura ad ultrasuoni

Le lastre possono essere accoppiate fra loro mediante saldatura ad ultrasuoni. Per informazioni dettagliate sugli apparecchi e sulle condizioni di saldatura rivolgersi ai produttori degli apparecchi.

**21.4.10.2.5 Fissaggio meccanico**

La foratura compromette la resistenza delle lastre. In considerazione del coefficiente di dilatazione termica del materiale, relativamente elevato in confronto a quello del vetro e dei metalli, è necessario adottare opportune misure costruttive, affinché la lastra possa muoversi liberamente sotto escursioni termiche.

Esempio: nella tabella sono riportati i coefficienti di dilatazione di lastre della lunghezza di 1 m per un innalzamento di temperatura di 20 °C.

	Coeff. di termica Dilatazione lineare (mm/mK)	dilatazione a $\Delta 20^{\circ}\text{C}$ , (mm)
Policarbonato	0,065	1,30
Alluminio	0,024	0,48
Acciaio	0,012	0,24
Vetro	0,008	0,16

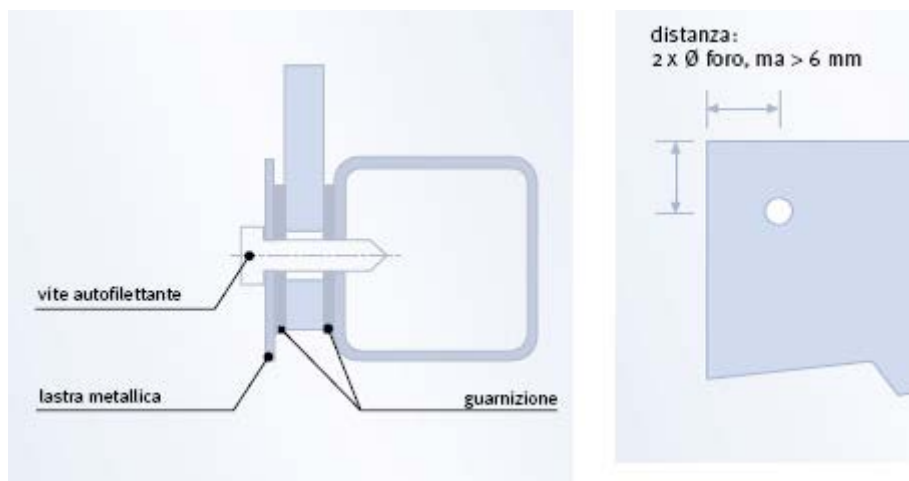
Effettuando il fissaggio dovete accertarvi che la lastra non sia sottoposta a una sollecitazione eccessiva per azione di forze locali di compressione. Utilizzate lastre di supporto o nastri profilati per distribuire meglio la pressione.

I fori di fissaggio vanno dimensionati sempre in eccesso per compensare i movimenti di dilatazione e ritiro. L'entità dell'aumento dipende dalle dimensioni delle lastre e dagli sbalzi di temperatura prevedibili durante l'esercizio. Nel caso di lastre molto grandi possono essere necessari fori asolati. La distanza fra il centro del foro e il bordo esterno della lastra

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

deve corrispondere come minimo al doppio del diametro del foro, e in ogni caso non essere inferiore a 6 mm. Le viti vanno serrate in modo da consentire alla lastra di allungarsi o accorciarsi liberamente sotto l'azione di sbalzi termici.

Distanza:  $2 \times \varnothing$  foro, ma  $> 6$  mm



Per la filettatura è possibile usare i comuni maschi a filettare. Con questo sistema sussiste il pericolo di rottura per effetto di intaglio: scegliete quindi questo procedimento di fissaggio solo se non è possibile usarne altri, come incollaggio, incastro o avvitamento attraverso un foro passante. Non usare mai oli da taglio. Impiegando il procedimento di saldatura ad ultrasuoni, è possibile inserire e fissare nelle lastre inserti filettati meccanici. I pannelli protettivi per macchinari possono essere intelaiati anche in profili di gomma EPDM. Le lastre sottili possono essere fissate anche con chiodi e rivetti, tuttavia questo sistema va utilizzato solo in casi eccezionali.

## 21.5 PARETI IN PANNELLI PREFABBRICATI

### 21.5.1 Pannelli portanti in c.a.v. normale o alleggerito

Realizzati in calcestruzzo di cemento di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa, vibrato, ottenuto con inerti, cemento ed additivi fluidificanti e/o acceleranti; eventualmente del tipo alleggerito con impiego d'inerti d'argilla espansa strutturale di densità di  $600-650 \text{ kg/m}^3$  e di granulometria appropriata. I pannelli, delle dimensioni modulari e finiture esterne come previste in progetto (comunque non eccedenti 3,60 m in larghezza), nelle tipologie di: pannello cieco, pannello finestra, pannello porta, pannello veletta, ecc., pezzi speciali quali angolari, riquadrature vani, ecc. e con finiture della superficie esterna tipo: graniglia lavata e colorata, graffiata mediante trattamento a fresco con appositi pettini metallici o lavorata mediante impiego

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

d'idonee matrici di gomma, in calcestruzzo colorato nell'impasto con pigmenti organici o in cemento bianco, ecc.; quell'interna sarà rifinita a fratazzo.

I pannelli avranno lo spessore indicato in progetto e saranno armati con rete elettrosaldata e barre tonde in acciaio (queste ultime poste in corrispondenza delle aperture e dei punti sollecitati). Particolare cura dovrà essere posta nel posizionamento dell'armatura metallica per garantire l'indeforabilità dell'assetto ed adeguato copriferro.

Per conseguire uniformità di finitura dei pannelli di ciascun edificio, il cemento e gli inerti impiegati dovranno avere provenienza costante; inoltre dovrà essere posta cura nella scelta del disarmante per evitare alterazioni di colore ed altre anomalie. I pannelli prefabbricati dovranno essere provvisti di ganci per la loro movimentazione; saranno completi di controtelai e/o contromaschere metallici, trattati con vernice isolante dielettrica, zancati ai pannelli di contorno alle aperture di porte e finestre per l'ancoraggio dei serramenti.

Quelli a profilo concavo avranno sagomatura dei bordi con staffe fuoriuscenti dal calcestruzzo in ragione di almeno tre per metro; in particolare le staffe fuoriuscenti dai pannelli dovranno essere collegate mediante barre d'acciaio d'adeguata sezione; il vano risultante fra i bordi dei pannelli dovrà essere sigillato con prodotti a base siliconica.

I giunti saranno realizzati in modo di assicurare continuità strutturale alle pareti e costituire un sistema di tenuta all'acqua ed all'aria.

L'Appaltatore potrà proporre, in alternativa un diverso sistema di giunto, purché di caratteristiche equivalenti, che potrà essere adottato soltanto dopo formale approvazione della Direzione Lavori. Durante la fase di montaggio dovranno essere predisposti puntellamenti provvisori adeguati.

## **21.5.2 Pannelli di tamponamento e divisori**

### **21.5.2.1 In c.a.v. normale o alleggerito**

Valgono le prescrizioni di cui al precedente punto 3.6.1, salvo le seguenti variazioni:

- il calcestruzzo di cemento sarà di tipo II con  $R_{ck} > 25$  MPa; lo spessore dei pannelli sarà quello previsto in progetto;
- l'armatura dei pannelli sarà in rete elettrosaldata in fili d'acciaio B450C, del peso di 10 kg/m<sup>2</sup>, e barre d'acciaio poste in corrispondenza d'aperture e nei punti più sollecitati;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- fornitura in opera di boccole ed inserti in profilati HALFEN per il fissaggio dei pannelli alle strutture portanti; telai metallici per l'ancoraggio dei serramenti;
- fornitura in opera di guarnizioni in neoprene d'adeguata sezione alla base dei pannelli;
- i giunti dovranno assicurare un sistema di tenuta all'aria e all'acqua costituito almeno da due linee di difesa, strutturate come segue:
  - inserimento per compressione nell'apposita scanalatura ricavata sui bordi verticali dei pannelli di una guarnizione in profilato di neoprene o materiale equivalente, d'opportuna sagomatura e d'adeguata sezione;
  - applicazione lungo la linea di giunto, sulla faccia interna dei pannelli, di una guarnizione di tenuta all'aria costituita da nastro sintetico espansivo autoadesivo in schiuma poliuretanicca od altro materiale equivalente;
  - sigillatura della fuga esterna del giunto mediante materiale idoneo approvato dalla Direzione Lavori, applicato previo inserimento nel giunto stesso di un listello separatore.

L'Appaltatore potrà proporre, in alternativa, un diverso sistema di giunti, purché di caratteristiche equivalenti, che potrà essere adottato soltanto dopo formale approvazione della Direzione Lavori.

### **21.5.2.2 In fibrocemento**

Pannelli prefabbricati dello spessore di 80 mm formati da due lastre piane in fibrocemento compresso e stabilizzato, ciascuna dello spessore di 8-10 mm, intelaiate con profilati d'acciaio zincato ed interposto strato coibente in resina espansa rigida iniettata a caldo avente bassa permeabilità al vapore e densità non inferiore a 40 kg/m<sup>3</sup>.

I pannelli saranno di dimensioni modulari di 90-120 cm e sottomultipli, realizzati nelle tipologie di pannello cieco, pannello finestra, pannello veletta; avranno i bordi sagomati per ottenere una perfetta unione ad incastro e la superficie perfettamente planare; i vani di porte e finestre dovranno essere riquadrati con telai in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, d'adeguata sezione, per l'ancoraggio degli infissi. Per le pareti esterne, i giunti tra i pannelli dovranno essere adeguatamente attrezzati con guarnizioni flessibili, tali da assicurare la tenuta dell'aria e dell'acqua; inoltre dovranno essere impiegati idonei pezzi speciali per la esecuzione degli angoli nonché scossaline d'adeguata sagomatura alla base ed in sommità dei pannelli. La sigillatura all'aria e all'acqua dei giunti tra i pannelli e dei bordi orizzontali

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

degli stessi nonché del contorno dei serramenti, sarà realizzata con guarnizioni in Dutral e coprifili in profilati estrusi d'alluminio anodizzato.

Per le pareti interne, i pannelli dovranno essere posti in opera su profilo a pavimento e guida di contenimento superiore in alluminio con adeguati coprifili di finitura in alluminio anodizzato; i giunti saranno eseguiti con guarnizioni coibenti e coprifili in alluminio anodizzato.

Saranno predisposti inoltre nel pannello ganci, boccole ed inserti per la loro movimentazione ed il issaggio alle strutture portanti.

Il tutto secondo le indicazioni di progetto.

### **21.5.2.3 In lamiera zincata**

Pannelli dello spessore indicato in progetto, formati da due lamiere da 0,6 mm, lisce o nervate, in acciaio zincato con il sistema Sendzimir e preverniciate a fuoco nel colore previsto; con interposto uno strato coibente in resina espansa rigida iniettata a caldo avente bassa permeabilità al vapore e densità non inferiore a  $40 \text{ kg/m}^3$ , contenuto perimetralmente da profilati in P.V.C.. I pannelli saranno di dimensioni modulari di 90-120 cm e sottomultipli, realizzati nelle tipologie pannello cieco, pannello finestra, pannello veletta; avranno i bordi sagomati per ottenere una perfetta unione ad incastro e la superficie perfettamente planare; i vani di porte e finestre dovranno essere riquadrati con montanti e traversi in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, d'adeguata sezione, per l'ancoraggio degli infissi; i giunti dovranno essere adeguatamente attrezzati con guarnizioni flessibili, tali da assicurare la tenuta all'aria ed all'acqua.

Dovranno essere impiegati idonei pezzi speciali per la esecuzione degli angoli; alla base ed in sommità delle pareti dovranno essere fornite e poste in opera le scossaline d'adeguata sagomatura e gli accessori di fissaggio dei pannelli alle strutture portanti.

### **21.5.2.4 In gesso**

Pannelli prefabbricati in gesso dello spessore indicato in progetto, a sezione piena o con anima a nido d'ape, con giunti ad incastro a maschio e femmina.

Le giunzioni tra i pannelli saranno opportunamente stuccate con materiali idonei e rasate in modo da dare una superficie continua planare.

I pannelli saranno completi di paraspigoli in profilati d'alluminio anodizzato e di controtelai sui vani degli infissi.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

### **21.5.2.5 In gesso cartonato**

Pannelli di gesso cartonato dello spessore di 105 mm, realizzati con due doppie lastre accoppiate in aderenza dello spessore di 26 mm, applicate con viti ad una ossatura portante in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, della sezione 50x40 mm, posta verticalmente ad interasse di 60 cm e fissata a trasversi di collegamento posti a pavimento, a soffitto e nel contorno dei vani di porte e d'eventuali superfici a giorno.

Il vano risultante tra le due coppie di lastre sarà coibentato con materassini in lana di roccia dello spessore di 50 mm e densità minima di 50 kg/m<sup>3</sup>.

Le giunzioni tra i pannelli saranno sigillate e rasate in modo da dare una superficie continua planare. I pannelli saranno completi di paraspigoli in profilati d'alluminio anodizzato e di controtelai sui vani degli infissi.

### **21.5.2.6 In agglomerato di cemento bianco e lana di vetro (tipo g.r.c.)**

Pannelli prefabbricati in agglomerato di cemento Portland ad alta resistenza chimica e materiali inerti fini, armati con speciale fibra di vetro resistente agli alcali e trattati con sostanze idrorepellenti per resistere agli agenti aggressivi esterni.

I pannelli saranno preformati in cassero e dimensionati secondo i disegni di progetto; dovranno essere atti a creare motivi architettonici attraverso una precisa definizione della forma e della finitura superficiale.

Lo spessore dei pannelli sarà variabile in funzione della ripartizione degli sforzi con un minimo di 10 mm.

Dovranno essere completi d'organi di sollevamento e fissaggio alle strutture portanti e strutturati per realizzare un sistema atto ad assorbire vibrazioni e dilatazioni termiche oltre a garantire l'impermeabilità delle pareti.

La superficie esterna dovrà essere impermeabilizzata con soluzione a base siliconica trasparente. Particolare cura dovrà essere posta nella esecuzione dei giunti fra i pannelli, frontali e d'angolo, che dovranno essere attrezzati con canali di drenaggio e scossaline, in lega leggera d'alluminio, atti a drenare ogni infiltrazione e condensa, ed inoltre sigillati con materiale a base siliconica. Sono previsti: pannelli di facciata ciechi; coppelle; pannelli di facciata con vano finestra, predisposti per ricevere i serramenti, con la battuta munita d'appoggi fissi semielastici (neoprene duro o nylon), guarnizioni in elastomeri ed elementi di fissaggio perimetrali tali da permettere una perfetta messa in quadro dei serramenti e



---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

conferire al sistema assoluta impermeabilità. Particolare cura dovrà essere posta nella posa in opera dei pannelli, che dovrà essere preceduta da un'accurata selezione cromatica dei pannelli stessi, così da ottenere facciate a tonalità uniforme.

## **21.6 PARETI DIVISORIE MOBILI**

### **21.6.1 Norme generali**

Le pareti divisorie mobili saranno realizzate con pannelli di larghezza modulare di 90-120 cm sottomultipli, di qualsiasi altezza e dello spessore indicato in progetto. I pannelli saranno nelle tipologie di pannello cieco, pannello porta, pannello con superfici a giorno e saranno costituiti da:

- una intelaiatura in profilati d'acciaio zincato, rullati a freddo, corrente perimetralmente ai pannelli ed alle eventuali superfici a giorno, con montanti verticali intermedi posti ad interasse di 60 cm;
- due lastre fissate lateralmente all'intelaiatura con viti autofilettanti o automaschianti in acciaio zincato;
- uno strato coibente in pannelli rigidi resinati di lana di vetro.

Le superfici a giorno saranno riquadrate con una intelaiatura in profilati estrusi d'alluminio anodizzato, con interposto vetro lucido dello spessore 4 mm, o lastra di plexiglass dello spessore di 6 mm.

I pannelli saranno posti in opera su profilati d'acciaio zincato posti a pavimento, con guide di contenimento superiore e inferiore in alluminio anodizzato.

I giunti fra i pannelli dovranno essere conformati in modo tale da consentire l'unione fra due o più elementi; inoltre dovranno consentire il passaggio dei cavi elettrici ed avranno la cavità riempita con materiali coibenti.

L'attacco a soffitto ed a pavimento ed i giunti verticali saranno completati con coprifili in alluminio anodizzato; il coprifilo a pavimento avrà anche funzione di battiscopa. La parete dovrà risultare insonorizzata, priva di ponti acustici; l'abbattimento acustico medio dovrà essere non inferiore a 30 dB.

### **21.6.2 Pareti in lastre di truciolare ignifugo**

Costituite da pannelli modulari di 90-120 cm e sottomultipli, dello spessore di 90-95 mm, formate da due lastre in truciolare ignifugo classe 1, ciascuna dello spessore di 20 mm

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

---

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

nobilitata melaminico su ambedue le facce, fissate su intelaiatura in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo d'adeguata sezione, correnti anche sul perimetro di vani di porte e finestrate.

L'intelaiatura sarà costituita da trasversi e montanti, quest'ultimi fissati in opera mediante viti di registrazione.

La coibentazione interna sarà in pannelli rigidi resinati in lana di vetro dello spessore di 50 mm e di densità minima  $40 \text{ kg/m}^3$ .

Tra l'intelaiatura e le lastre in truciolare dovranno essere interposte guarnizioni elastiche fonoassorbenti.

I pannelli saranno posti in opera su profilo a pavimento d'acciaio zincato e guide di contenimento a pavimento e soffitto in alluminio anodizzato.

Compresa la fornitura e posa in opera di fasce d'aggiustaggio orizzontali e verticali, costituite sempre da due lastre in truciolare nobilitato melaminico, con interposti pannelli rigidi resinati in lana di vetro, di speciali guarnizioni elastiche sul perimetro delle pareti, i coprigiunti in alluminio anodizzato.

Sopraluci e parti finestrate a giorno dovranno essere riquadrate in legno nobilitato melaminico, chiuse da due lastre di vetro lucido dello spessore di 4 mm, intelaiate con profilati in alluminio anodizzato completi di coprifili.

Le porte interne saranno del tipo tamburato ad un'anta, dello spessore di 45 mm, costituite da un profilato perimetrale d'adeguata sezione in alluminio estruso anodizzato portante due lastre di truciolare ignifugo dello spessore di 8 mm, placcate su entrambe le facce con laminato plastico melaminico dello spessore di 0,8 mm; internamente coibentate con pannelli in lana di vetro della densità non inferiore a  $40 \text{ kg/m}^3$  e spessore 25 mm.

Compreso telaio fisso e coprifili in profilati estrusi d'alluminio anodizzato, maniglie a pomolo aprichiudi e serratura incorporata.

### **21.6.3 Pareti in lastre di fibrocemento**

Valgono le prescrizioni di cui al precedente punto salvo le seguenti variazioni:

- i pannelli avranno spessore di 80 mm e saranno formati da due lastre di fibrocemento dello spessore di 8-10 mm con interposta coibentazione in pannelli rigidi resinati in lana di vetro dello spessore di 60 mm e densità minima  $40 \text{ kg/m}^3$ .

## **21.7 CONTROFODERE**

### **21.7.1 Norme generali**

Le controfodere, da abbinare alle pareti mobili, saranno realizzate con lastre e/o pannelli applicati su una ossatura portante in profilati d'acciaio zincato rullati a freddo, di sezione 50x40 mm, disposta verticalmente ad interasse di 60 cm e fissata a traversi di collegamento posti a pavimento, a soffitto e sul contorno dei vani di porte e d'eventuali superfici a giorno.

Le controfodere saranno fissate lateralmente all'ossatura e ai traversi con viti autofilettanti o automaschianti in acciaio zincato.

È previsto in progetto che il vano risultante tra la controfodera e la parete sia coibentato con pannelli di lana minerale o di roccia dello spessore prescritto e densità minima di 50 kg/m<sup>3</sup>. Le giunzioni tra i pannelli e le lastre saranno sigillate o rasate in modo da dare una superficie continua planare.

Le controfodere saranno provviste di coprigiunti, di guide, di paraspigoli in profilati d'alluminio anodizzato, di rivestimento dei pilastri, di riquadrature; il tutto secondo le indicazioni di progetto.

### **21.7.2 Controfodera in pannelli di gesso cartonato**

Il pannello avrà spessore di 26 mm e sarà costituito da due lastre accoppiate in aderenza di gesso cartonato, ciascuna dello spessore di 13 mm.

Compresa la fornitura e posa in opera del coprigiunto, delle guide superiori ed inferiori e della coibentazione con materassini di lana di roccia dello spessore di 50 mm.

### **21.7.3 Controfodera in lastre truciolari**

Lastra truciolare ignifuga dello spessore di 20 mm, nobilitata melaminico su entrambe le facce.

La lastra sarà posta in opera completa del coprigiunto, delle guide superiori ed inferiori e della coibentazione con pannelli rigidi di lana minerale dello spessore di 45 mm.

### **21.7.4 Controfodera in lastre di fibrocemento**

Lastre di fibrocemento dello spessore di 8-10 mm. La lastra sarà posta in opera completa del coprigiunto e delle guide superiori ed inferiori e della coibentazione con pannelli rigidi di lana minerale dello spessore di 45 mm.

## 21.8 ISOLAMENTI

I materiali per isolamento termico ed acustico sono:

- pannelli rigidi resinati in fibra di vetro, della densità di 90-110 kg m<sup>3</sup>, completi di schermo antivapore;
- pannelli rigidi resinati in lana di roccia feldspatica, della densità di 120 kg/m<sup>3</sup>, completi di schermo antivapore;
- pannelli semirigidi resinati in fibre di vetro della densità di 15-25 kg/m<sup>3</sup>, completi di schermo antivapore;
- feltri resinati in lana di roccia feldspatica, della densità di 30 kg/m<sup>3</sup> completi di schermo antivapore;
- pannelli di polistirene espanso della densità di 20-30 kg/m<sup>3</sup>;
- feltri dello spessore di 3 mm, in fibre lunghe di vetro, legate con collanti, cosparsi su una faccia con miscele bituminose, specificatamente per l'isolamento acustico di pavimenti interni;
- pannelli rigidi a struttura cellulare chiusa, in schiuma poliuretanicamente espansa, di densità 35 kg/m<sup>3</sup>, additivata con ignifuganti e ritardanti di fiamma, rivestiti sulle due facce con carta kraft del peso di 75 g/m<sup>2</sup> o in cartonfeltro bitumato cilindrato del peso di 300 g/m<sup>2</sup>.

I pannelli dovranno essere elastici per seguire gli eventuali movimenti delle strutture a contatto senza screpolarsi e opportunamente fissati su strutture o entro intercapedini variamente inclinate. I materiali dovranno essere chimicamente inerti, imputrescibili, autoestinguenti, inodori, non corrosivi, inattaccabili dagli agenti atmosferici, dagli insetti ecc., resistenti alle temperature d'impiego.

Di questi materiali dovranno essere documentati, mediante certificato di prova rilasciato da un laboratorio ufficiale, la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

## 21.9 RIVESTIMENTI

### 21.9.1 Piastrelle smaltate

Le piastrelle smaltate (monocottura o maiolica) per rivestimenti interni dovranno corrispondere, per quanto riguarda dimensioni e caratteristiche alle norme in vigore.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Dovranno essere di prima scelta, avere lo spessore indicato come normale dalle normative ed essere di superficie lisce e di colore uniforme.

Dovranno essere fornite nella forma, colore e dimensione indicate negli elaborati di progetto; non sono ammesse variazioni nelle dimensioni e nel colore delle piastrelle nell'ambito di ciascun locale. L'Appaltatore dovrà sostituire, a sua cura e spese, i materiali comunque non corrispondenti alle norme di cui sopra restando a suo carico i necessari ripristini.

Le piastrelle saranno poste in opera, su superfici verticali intonacate, con idoneo adesivo a base di cemento, sabbia, resine sintetiche ed additivi speciali.

I giunti dovranno essere perfettamente allineati ed inoltre saranno sigillati con speciali stucchi colorati.

Ove necessario saranno messi in opera: becchi di civetta, elementi di spigolo, ecc..

### **21.9.2 Mattoncini in litoceramica (clinker)**

Rivestimento esterno in elementi di litoceramica (clinker) trafilati ad alto punto di cottura comprendenti listelli normali da 26x6 cm o 23x4,5 cm e pezzi speciali quali angolari, teste lisce, architravi ecc., in colore come da indicazioni progettuali.

Applicati con malta di cemento additivata su superfici intonacate cementizie idrorepellenti verticali e/o orizzontali.

I giunti dovranno essere perfettamente allineati ed inoltre saranno sigillati con speciali riempitivi cementizi colorati.

### **21.9.3 Zoccolino battiscopa**

Lo zoccolino battiscopa e i relativi pezzi speciali saranno messi in opera con idonei collanti o accessori di fissaggio su intonaci bene stagionati.

Materiali (lastre di marmo, elementi di grès rosso liscio, grès ceramico, grès fine porcellanato, alluminio anodizzato, gomma, PVC, lastre di agglomerato in scapoli di marmo o in granuli di marmo, legno) e dimensioni sono quelli indicati in progetto.

### **21.9.4 Lastre in pietra naturale**

Dovranno corrispondere alla natura, alle forme e dimensioni previste in progetto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

I materiali dovranno avere le caratteristiche proprie della specie prescelta (marmo bianco di Carrara, Botticino classico, travertino, serizzo, ecc.) per quanto attiene a grana, colore e venatura. Nell'accostamento delle lastre dovranno essere evitati contrasti di colore o di venatura. Rispetto agli spessori teorici: 2 cm per rivestimenti, alzate di gradini, zoccolotti, soglie di porte, controsoglie di finestre, 3 cm per pedate di gradini, è ammessa una tolleranza di  $\pm 1,5$  mm. Durante le operazioni di scarico, movimentazione nell'ambito del cantiere, magazzinaggio e posa in opera, l'Appaltatore dovrà provvedere, a sua cura e spese, alla conservazione dei materiali proteggendoli da rotture, scheggiature, graffi ecc., avendo cura particolare per spigoli e cornici. Le lastre dovranno presentare le facce e le coste in vista ben levigate; dove previsto in progetto devono essere lucidate a piombo.

Le lastre saranno poste in opera in posizione verticale e/o orizzontale con malta cementizia, eventualmente addolcita con calce idraulica colata tra le lastre e le strutture retrostanti.

Ogni lastra dovrà inoltre essere ancorata alla struttura portante mediante quattro o più zanche in acciaio inossidabile aventi una estremità alloggiata in fori ciechi predisposti sul bordo delle lastre stesse.

Particolare cura dovrà essere posta nella lavorazione e nella posa in opera delle lastre di rivestimento dei gradini, delle soglie per porte e finestre, degli zoccolini, nonché dei battenti e gocciolatoi ricavati con listelli della stessa pietra di sezione 2x3 cm, incassati sulla soglia per 1 cm e sigillati con collanti a base di resine.

I giunti tra le lastre dovranno essere sigillati con prodotti idonei.

#### **21.9.5 Cordonate in pietra**

Dovranno avere la sezione prevista in progetto e saranno posti in opera su getto in conglomerato cementizio di tipo III con  $R_{ck} > 20$  MPa, dello spessore di 10 cm allettati con malta di cemento; i giunti saranno stuccati con malta di cemento.

Gli elementi in pietra naturale, (granito, travertino, Trani), retti o curvi, anche di speciale sagomatura, di sezione 300-400 cm<sup>2</sup> o 700-800 cm<sup>2</sup>, di lunghezza non inferiore a 1,25 m se rettilinei ed a 0,75 m se curvilinei, dovranno essere lavorati nelle facce in vista a punta media, con spigolo esterno arrotondato, raffilati nelle teste a perfetta squadra per l'intera altezza e nel bordo interno a filo usuale e, ove previsto, dotati di vani a «bocca di lupo».

### **21.9.6 Gradini prefabbricati**

Il gradino prefabbricato, realizzato in conglomerato cementizio avente  $R_{ck} > 30$  MPa e armato con acciaio B450C, sagomato secondo disegno esecutivo e formante pedata e alzata, sarà allettato con malta di cemento o incastrato agli estremi nella struttura portante; le superfici in vista saranno o perfettamente piane e lisce atte ad essere rivestite, o con pedata ed alzata finite con ghiaietto di fiume lavato, della granulometria indicata, incorporato nel getto secondo le indicazioni progettuali.

### **21.9.7 Gradini rivestiti con profilati di gomma**

I rivestimenti di gradini con profilato di gomma, dello spessore di 4 mm, saranno composti da un unico pezzo comprendente alzata, parabordo e pedata, con superficie in vista a rilievo e rovescio, idonea per l'applicazione sul supporto preventivamente preparato della gomma con speciali adesivi a base poliuretanic a due componenti.

### **21.9.8 Soglie e davanzali in c.a.**

La lastra prefabbricata per soglie e davanzali sarà realizzata in conglomerato cementizio avente  $R_{ck} > 35$  MPa, armata con ferro tondo.

Avrà lo strato superficiale in graniglia o scaglie di marmo e cemento bianco o colorato, di spessore non inferiore a 5 mm e con spigoli profilati; le superfici in vista saranno rifinite mediante lisciatura o martellinatura.

La posa in opera delle soglie e davanzali sarà effettuata con allettamento di malta di cemento. La sagomatura e le dimensioni saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

### **21.9.9 Rivestimento con pannelli di acciaio porcellanato**

Il rivestimento modulare per pareti esterne sarà realizzato con pannelli preformati in acciaio porcellanato, fissato ad una struttura in profilati di acciaio zincato rullato a freddo. La struttura portante sarà ancorata alle murature con tasselli ad espansione, con disposizione dei montanti e dei traversi atti a creare la modularità richiesta dal progetto; il fissaggio dei pannelli alla struttura avverrà mediante mollette di appensione di acciaio inox tipo 302, collegate agli stessi con rivetti, anche questi in acciaio inox.

I pannelli di tamponamento, in acciaio speciale decarburato, delle dimensioni e colori previsti in progetto, bordati e risbordati mediante pressopiega sui quattro lati, saranno porcellanati con smalti acidoresistenti di classe "A", in conformità alle norme UNI 9757 e PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

P.E.I. S100/65. La smaltatura dovrà avvenire su entrambe le facce del supporto metallico, previo decapaggio, applicando uno strato vetroso di fondo, con deposito di "ground" di almeno 200 j $\mu$ m, cotto in forno alla temperatura di almeno 820 °C.

Successivamente dovrà essere applicato, sul lato in vista, un secondo strato vetroso che ne determini il colore e la lucentezza, inalterabili nel tempo, con un deposito di almeno 120 j $\mu$ m.

I pannelli dovranno essere muniti di controbilanciatura interna, eseguita con lastre di anidride sinterizzata dello spessore di 10 mm; sul risbordo dei pannelli, nel punto di sovrapposizione degli stessi, dovrà essere applicata una guarnizione continua autoadesiva in Dutral.

Particolare cura dovrà essere posta nella formazione di pannelli d'angolo; i coprifili perimetrali e lo zoccolino al piede dovranno essere in alluminio preverniciato, di adeguata sezione. La casa produttrice dovrà garantire la inalterabilità del rivestimento, per un periodo di almeno dieci anni e lo stesso dovrà possedere i seguenti requisiti: processo di porcellanatura in conformità alla norma UNI 9757; resistenza all'urto; resistenza agli acidi; resistenza allo shock termico; durezza della superficie e resistenza alle abrasioni; resistenza ai raggi U.V.A., al fuoco ed alle escursioni termiche; di facile pulizia delle superfici ed antibatterico.

La Direzione Lavori farà sottoporre campioni del rivestimento a prove presso un Laboratorio Ufficiale che certifichi la corrispondenza del prodotto, alle caratteristiche richieste.

### **21.9.10 Rivestimento in blocchi prefabbricati**

Il rivestimento di strutture metalliche e/o murarie a faccia vista sarà realizzato con blocchi prefabbricati di cemento impermeabilizzati, dello spessore di 68 cm a superficie splittata normale o scanalata, legati con malta bastarda additivata con idrorepellente, compresa la stuccatura e stilatura dei giunti.

Può essere prevista in progetto la colorazione dei blocchetti, nel colore indicato, con pigmenti inorganici addizionati nell'impasto.

### **21.10 VESPAI**

Dopo aver regolarizzato il terreno, per evitare umidità e infiltrazioni di acqua attraverso le pavimentazioni dei fabbricati, sarà realizzato un vespaio composto da:

- ghiaia mista o detriti di cava posti in opera a mano;



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- scheggioni di pietrame o ciottoli di fiume intasati con ghiaia o minuto di cava di pezzatura assortita.

Il materiale dovrà essere assestato con idonei mezzi vibranti.

Il vespaio del tipo a camera d'aria è formato da muricci di mattoni pieni ad una testa dell'altezza minima di 15 cm ad interasse di 80 cm con sovrastante tavellonato da 6 cm e massetto dello spessore di 5 cm in conglomerato cementizio avente  $R_{ck} > 25$  MPa. La circolazione dell'aria necessaria per tenere asciutto l'ambiente sarà assicurata da canali di aerazione e bocche di sfogo realizzate nelle murature perimetrali.

## **21.11 PAVIMENTI**

### **21.11.1 Norme generali**

L'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori una campionatura dei materiali da pavimento perché la stessa possa valutarne la conformità e la qualità.

La posa in opera dei pavimenti dovrà essere curata in modo che nessun elemento sporga rispetto ad altri e tutti risultino tra loro ben serrati; le commessure dovranno essere invisibili e ben allineate; elementi anche minimamente imperfetti dovranno essere scartati.

Le superfici dovranno risultare perfettamente in piano salvo nei casi in cui il progetto le preveda in pendenza, nel qual caso dovrà essere comunque assicurata la perfetta planarità delle falde. I pavimenti dovranno addentrarsi per almeno 15 mm entro l'intonaco fino al rustico delle murature. Su pavimenti molto estesi dovranno essere previsti giunti di dilatazione, sia longitudinali sia trasversali, da riempire con idonei materiali secondo le indicazioni di progetto. A pavimentazione ultimata, l'Appaltatore dovrà pulire accuratamente la superficie perché non vi restino tracce di malta e curare la protezione e la conservazione dei pavimenti fino alla consegna, restando inteso che sarà addebitato ogni onere occorrente alla demolizione, al ripristino e, se necessario, anche al totale rifacimento di quei pavimenti o di quelle parti di essi, che, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, risultassero per qualità di materiale, per cattiva esecuzione o per mancata conservazione, non idonei.

I pavimenti saranno posati su un massetto di sottofondo formato da:

- conglomerato cementizio avente  $R_{ck} > 20$  MPa, dello spessore finito di 10 cm; oppure:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- in malta dosata con 400 kg di cemento normale per metro cubo di sabbia, armato con rete elettrosaldata in fili di acciaio zincato del peso di  $2 \text{ kg/m}^2$ , spessore non inferiore a 3 cm.

Tipologia e spessori secondo quanto previsto dagli elaborati di progetto.

Il massetto dovrà essere configurato e regolarizzato in superficie, pronto per la posa della prevista pavimentazione.

### **21.11.2 In conglomerato cementizio**

#### ***21.11.2.1 In conglomerato cementizio per nuove pavimentazioni***

Sul sottofondo sarà eseguita una spianata di calcestruzzo a  $200 \text{ kg/m}^3$  di consistenza appena umida, ben battuta, livellata e di spessore medio di 5 cm, sufficiente a costituire il piano di posa. Su detto piano sarà steso uno strato di spessore 2 cm composto da sabbia granita che sarà rullata a perfetta consistenza.

Quindi, sarà eseguita la gettata in conglomerato di cemento, di  $R_{ck} > 30 \text{ MPa}$ , opportunamente vibrata dello spessore minimo di 15 cm, sistemata secondo le pendenze prescritte e divisa, mediante giunti di dilatazione, in lastroni di superficie non superiore a  $10 \text{ m}^2$ . Durante il getto, a 5 cm dal filo superiore finito, sarà annegata una rete metallica elettrosaldata in fili di acciaio del tipo B450C. Le superfici saranno trattate, secondo le previsioni progettuali, nel seguente modo:

- trattamento antiusura della pavimentazione mediante spolvero della superficie del calcestruzzo fresco con idoneo prodotto indurente a base di inerte metallico, o di miscela di inerti silicei selezionati di elevata durezza, applicati ambedue in ragione di  $8,00 \text{ kg/m}^2$  ed incorporati nel calcestruzzo che sarà lisciato con fratazzatrice meccanica;
- trattamento superficiale con manto speciale tipo "Duromit", ad alta resistenza alla compressione (100 MPa), all'urto ed all'usura (coefficiente 2,38), idoneo al transito di veicoli gommati montanti catene o anche cingolati, impermeabile ed inattaccabile agli oli minerali, detersivi, carburanti, ecc., impermeabile all'acqua ad alta pressione, agli agenti chimici di normale uso industriale; a superficie ruvida del tipo:
- «a massetto di riporto» dello spessore totale di 4 cm, di cui 3 cm costituito da calcestruzzo dosato a  $300 \text{ kg/m}^3$  di cemento di altoforno, con inerti silicei lavati delle dimensioni max 6-7 mm, e 1 cm costituito da impasto speciale additivato, gettato fresco

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

su fresco, di formulazione idonea a garantire la resistenza di cui sopra, realizzato nei colori previsti;

- «a pastina» dello spessore di 1 cm, costituito da impasto confezionato con prodotto speciale gettato fresco su fresco, in ragione di 22 kg di prodotto secco per metro quadrato di superficie trattata, realizzato nei colori previsti.

La superficie sarà trattata con una finitura superficiale mediante idonea fratazzatrice meccanica.

La lavorazione sarà completata dalla formazione dei giunti, con riquadri di superfici non superiore a 6,00-7,00 m<sup>2</sup> mediante taglio con sega a dischi e successiva applicazione di profilati elastici in PVC.

### **21.11.2.2 In conglomerato cementizio su pavimentazioni esistenti**

Il pavimento sarà realizzato mediante getto sulla pavimentazione esistente, di conglomerato cementizio avente  $R_{ck} > 35$  MPa, dello spessore di 4 cm; sarà armato con rete elettrosaldata in fili di acciaio del tipo B450C del diametro di 4 mm e maglie di 15x15 cm; la rete sarà ancorata al sottofondo con n. 4 staffe per metro quadrato, previa esecuzione di fori nella sottostante pavimentazione.

Il pavimento sarà trattato superficialmente mediante spolvero con idoneo prodotto indurente a base di inerte metallico.

La lavorazione sarà completata con la formazione dei giunti e loro sigillatura.

### **21.11.2.3 In conglomerato cementizio ad alta resistenza**

La pavimentazione ad elevata resistenza meccanica ed all'usura, idonea al transito di mezzi pesanti gommati, con catene o cingolati, impermeabile agli oli minerali e carburanti, sarà realizzata con malta spatolabile a base di resine epossidiche ed inerti a curva granulometrica chiusa di origine minerale, a tre componenti da miscelare al momento dell'uso, da applicare su superfici in conglomerato cementizio previo trattamento con idoneo primer a base di resine epossidiche e con successivo intasamento superficiale a base di resine epossidiche bicomponenti. Lo spessore della pavimentazione finita sarà maggiore di 4 mm, con un consumo di almeno 10 kg/m<sup>2</sup> di malta e 0,40 kg/m<sup>2</sup> di primer. Caratteristiche della malta:

- peso specifico : 2,1 kg/dm<sup>3</sup>

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- tempo di indurimento : > 24 h
- tempo di pedonabilità : > 48 h
- tempo di carrabilità : > 96 h

La pavimentazione dovrà essere data ultimata in opera nei colori previsti e con la formazione dei giunti da eseguirsi come descritto all'articolo precedente.

**21.11.3 In lastre di marmo**

Saranno poste in opera su letto di malta dosata a 600 kg di cemento tipo 32,5 per metro cubo di sabbia distesa sopra il massetto di fondazione.

Le lastre consisteranno in elementi di tipo e forma previste in progetto e di spessore non inferiore a 2 cm; saranno premute finché la malta rifluisca dalle commessure e stuccate con cemento naturale o colorato; la loro larghezza non dovrà superare 1 mm. A posa ultimata, sarà eseguita la levigatura e la lucidatura a piombo.

**21.11.4 In piastrelle di grès**

Le piastrelle di grès di prima scelta, saranno poste in opera, previa bagnatura del piano di posa, su uno strato di malta cementizia dello spessore non inferiore a 2 cm, ben battuto e costipato, con sovrastante spolvero di cemento di circa 3 mm.

Le piastrelle saranno disposte secondo il disegno previsto, avendo cura di adattare e contrapporre per compensare le differenze di calibro e di squadro, scartando quelle comunque difettose. Gli interstizi tra le piastrelle non dovranno risultare maggiori di 1 mm.

Successivamente la superficie sarà cosparsa di acqua e si procederà alla battitura delle piastrelle per farle aderire perfettamente al letto di posa.

In alternativa le piastrelle potranno essere poste in opera con idonei adesivi in pasta (a base di leganti idraulici, resine sintetiche e additivi speciali), previa lisciatura del piano di posa con idonei prodotti autolivellanti ad indurimento rapido (a base di cementi speciali, sabbia silicea, resine ed additivi).

Si procederà quindi alla sigillatura degli interstizi mediante colaggio di boiacca di cemento (normale, bianco o colorato a secondo del colore delle piastrelle), al lavaggio ed alla pulizia finale con spugne.

### **21.11.5 In gomma e vinilico**

Gli elementi saranno applicati su massetto di calcestruzzo di tipo III Rck > 30 MPa, di spessore 4 cm, con speciale adesivo che sarà steso uniformemente e in quantità strettamente necessaria impiegando apposite spatole dentellate.

Il collocamento degli elementi avrà inizio solo quando l'adesivo sarà asciutto e facendo attenzione che non fuoriesca dai giunti.

Particolare cura dovrà aversi nella posa di elementi che presentano disegni o marmorizzazioni e in corrispondenza di sporgenze, o rientranze, o di forme comunque irregolari, dove gli elementi stessi dovranno essere perfettamente adattati mediante tagli, avendo cura di non incidere il sottofondo. Per i pavimenti in gomma è previsto in più l'onere della fornitura e posa in opera di un coprifilo perimetrale in anticorodal.

Si procederà alla pulizia del pavimento finito con panno asciutto o leggermente umido solo dopo che l'adesivo sarà completamente essiccato.

### **21.11.6 In lastre di calcestruzzo**

Sarà eseguita con lastre prefabbricate in calcestruzzo di tipo II con Rck > 30 MPa di dimensioni da 40x40 cm o 50x50 cm e spessore di almeno 5 cm del tipo:

- con ghiaietto lavato -Le lastre avranno la superficie in vista rivestita con ghiaietto lavato ed incorporato nel getto; saranno poste in opera: con malta di cemento ed i giunti saranno stilati e sigillati a cemento, oppure potranno essere utilizzate, poste a secco su piedini in PVC, a protezione di manti di copertura in alternativa a pavimentazioni tradizionali;
- a scanalature oblique -Le lastre avranno la superficie in vista finita a rilievo con scanalature oblique; saranno poste in opera con malta di cemento ed i giunti saranno stilati e sigillati a cemento.

Tipologia e dimensioni delle lastre secondo le indicazioni di progetto.

### **21.11.7 In elementi modulari autobloccanti in cls vibrato**

Sarà eseguita con elementi modulari autobloccanti in calcestruzzo vibrato avente Rck > 30 MPa di spessore 6 cm, posti in opera su letto di sabbia vagliata ed assestata mediante vibrazione dello spessore finito di 5 cm.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Particolare cura dovrà usarsi per ottenere la superficie della pavimentazione perfettamente piana ed i giunti dovranno essere intasati con sabbia.

Le lastre saranno del colore indicato negli elaborati progettuali, ottenute aggiungendo all'impasto pigmenti inorganici.

**21.11.8 In mattonelle**

Saranno delle dimensioni previste in progetto, ricavate dal taglio di blocchi di agglomerati vibrocompressi confezionati con scapoli di marmo naturale pregiato e speciali resine sintetiche. Le mattonelle saranno fornite grezze, poste in opera su letto di malta cementizia additivata da collante a base di lattice di gomma e stuccate con materiali idonei. Saranno finite in opera mediante levigatura e lucidatura.

**21.11.9 In lastre di agglomerato vibrocompresso**

Saranno ricavate dal taglio di blocchi di agglomerato vibrocompresso confezionato con granuli di marmi naturali selezionati e speciali resine sintetiche aventi l'aspetto di granito con durezza grado 3-4 Scala Mohs.

Saranno di dimensioni secondo le prescrizioni di progetto e di spessore 1,5 cm.

Dovranno avere superficie lucida ed essere calibrate e bisellate sugli spigoli.

Saranno poste in opera incollate con adesivo, a base di lattice di gomma sintetica, cemento e sabbia silicea, su massetto di sottofondo in conglomerato cementizio di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa, dello spessore 4 cm; ad avvenuta stagionatura il massetto dovrà essere rifinito con idonei prodotti autolivellanti a presa rapida costituiti da resina, sabbia e cemento.

Si procederà quindi alla sigillatura delle fughe con boiaccia di cemento (normale, bianco o colorato a secondo del colore delle lastre), al lavaggio ed alla pulizia finale a posa ultimata.

**21.11.10 In moquette**

Sul massetto in conglomerato cementizio si creerà un sottofondo di spessore 4 cm costituito da calcestruzzo di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa che sarà convenientemente battuto e fratazzato stretto, fino a perfetto livellamento e rasato sino ad ottenere una superficie perfettamente regolare, priva di asperità, ondulazioni, fori o bolle che pregiudicherebbero il lavoro.

La moquette, del colore previsto, sarà in tessuto bouclé moulinè di fibra poliammidica, con sottofondo sintetico in doppio strato, di cui quello inferiore in poliestere a stabilità dimensionale.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Dovrà avere caratteristiche di antistaticità permanente, essere antisporco e avere reazione al fuoco di classe 1.

Lo spessore complessivo sarà di 7 mm, di cui 4 mm di felpa, ed il peso dovrà risultare di 1,9-2,0 kg/m<sup>2</sup>.

Nella eventualità che si dovesse procedere alla esecuzione di giunti fra i teli, questi dovranno essere cuciti tra di loro in modo tale che i giunti stessi dovranno risultare perfettamente invisibili. In corrispondenza di vani di porte la moquette terminerà sotto la soglia che sarà realizzata con profilati speciali di ottone fissati con viti di ottone.

### **21.11.11 In modulare sopraelevato**

Sono costituiti da:

- pannelli amovibili ed ininfiammabili aventi dimensioni non inferiori a 60x60 cm, ricoperti con rivestimento antistatico in plastica laminata del colore previsto, completi di guarnizione perimetrali a tenuta ermetica e, per ogni locale, di una ventosa per la rimozione dei pannelli, provvista di valvola di sfiato.
- pannelli modulari ininfiammabili aventi dimensioni non inferiori a 60x60 cm, in legno duro di densità non inferiore a 730 kg/m<sup>3</sup> rivestiti con laminato plastico antistatico, ricoperti in superficie con mattonelle di grès porcellanato monostrato delle dimensioni 30x30 cm, incollate con speciale adesivo neoprenico, del colore e disegno come da progetto.
- pannelli grigliati pressofusi in acciaio zincato a caldo di adeguato spessore, compreso i collegamenti equipotenziali.

Posti in opera su intelaiatura continua reticolare realizzata in tubi di acciaio cadmiato di adeguata sezione, appoggiata, in corrispondenza di ciascun nodo, su supporti costituiti da colonnine metalliche ad altezza regolabile da un minimo di 10 cm ad un massimo di 50 cm. Il pavimento dovrà essere strutturato in modo tale da sopportare in qualsiasi punto un carico massimo concentrato di 500 kg, un carico massimo ripartito di 1.700 kg/m<sup>2</sup> ed un carico su ogni supporto di 2.000 kg. È prevista inoltre la fornitura in opera di uno zocchetto perimetrale in gomma dell'altezza di 8 cm.

## **21.12 CANALI DI GRONDA, PLUVIALI, SCOSSALINE, ECC.**

### **21.12.1 Norme generali**

La sezione, lo sviluppo e la sagoma dei canali di gronda, nonché il numero, la posizione e la sezione dei pluviali, delle scossaline e delle converse, le modalità di fissaggio, saranno quelle definite nel progetto relativo a ciascun fabbricato.

Le sezioni dei pluviali, sono previste in rapporto ai dati pluviometrici e secondo prescrizioni regolamentari particolari.

La pendenza dei canali di gronda verso gli scarichi non dovrà, di norma, risultare minore dello 0,5%.

Saranno a totale carico dell'Appaltatore le riparazioni per qualsiasi perdita ed ogni altro difetto che si manifestasse, dalla consegna fino a collaudo eseguito, compreso ogni onere di ripristino.

### **21.12.2 Bocchettoni**

I bocchettoni, in materiale plastico (PVC, Neoprene) o in tubi di piombo finiti con verniciatura isolante o spalmatura di catrame, saranno posti in opera sulle coperture piane per raccogliere e convogliare le acque piovane nei tubi pluviali; saranno provvisti di griglia al fine di trattenere materiali che possano ostruire i pluviali; saranno incassati e sigillati all'estradosso del solaio di copertura.

### **21.12.3 Canali di gronda, foderature, converse, scossaline**

Possono essere nelle seguenti tipologie:

- in lamiera di ferro nero, dello spessore come da progetto, finiti con verniciatura a due mani, ciclo "E", previa sabbiatura di grado SA 2%;
- in lamiera di ferro zincato, dello spessore come da progetto, finiti con una mano di primer epossidico antiruggine ad alto spessore, ciclo "C";
- in lamiera di rame crudo dello spessore come da progetto.

Le sovrapposizioni dovranno interessare la lamiera per almeno 8 cm e saranno rivolte verso lo scarico.

Dovranno inoltre essere predisposti opportuni giunti di dilatazione con interasse mediamente di circa 15 m.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Lo sviluppo delle converse sotto il manto di copertura dovrà essere sufficiente a contenere l'acqua di stravento.

Le lamiere saranno fissate al supporto, previa impermeabilizzazione di quest'ultimo con prodotti bituminosi, mediante staffe, accessori di fissaggi, con chiodi sparati ricoperti da saldatura. I punti di fissaggio dovranno essere in numero sufficiente e posizione opportuna, tenendo conto soprattutto dell'azione del vento.

**21.12.4 Pluviali**

I tubi di discesa delle acque meteoriche, pluviali, sono in lamiera di ferro zincato o in tubi elettrosaldati di acciaio dolce di tipo commerciale, come da scelta progettuale; posti in opera in vista o incassati nelle murature e raccordati mediante bocchettoni ai canali di gronda. I pluviali scatolati saranno piegati a freddo e saldati elettricamente in pezzi della lunghezza di almeno 2 m. Le giunzioni a libera dilatazione tra i vari pezzi dovranno avere sovrapposizione non inferiore a 5 cm.

I pluviali dovranno essere ancorati alle strutture portanti mediante grappe di sezione adeguata in ragione di una grappa ogni 2 m di tubo, comprese le necessarie opere murarie, e dovranno essere raccordati al piede ai pozzetti di raccolta; particolare cura dovrà essere posta nella posa in opera dei pluviali incassati nelle murature allo scopo di evitare infiltrazioni di acqua. Internamente saranno catramati ed esternamente finiti con verniciatura a due mani con ciclo "E" nei colori previsti, previa sabbiatura di grado SA 2/1

**21.12.5 Strutture e lattonerie in acciaio inox**

Si richiama l'articolo relativo all'acciaio per carpenteria per l'osservanza di Leggi e Regolamenti in ordine agli adempimenti connessi con la esecuzione dei lavori, al collaudo tecnologico dei materiali, al controllo in corso di lavorazione ed al montaggio.

Per strutture portanti costituite da pilastri, travi, cerniere e carpenterie in genere di qualsiasi spessore, forma e dimensione, anche scatolare, è previsto l'impiego di lamiere laminate a caldo in acciaio inox x6 Cr/Ni Ti 18/11.

Nelle lattonerie per foderature, carenature, scossaline, tubazioni, ecc. di qualsiasi forma e dimensione, anche scatolare, di spessore fino a 3 mm, è previsto l'impiego di lamiera laminata a freddo in acciaio inox x5 Cr/Ni 18/10.

Gli acciai inox dovranno presentare il grado di finitura previsto in progetto, di norma satinatura ottenuta mediante smerigliatura e preceduta da decapaggio con soluzione acida.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

In corrispondenza di cordoni di saldatura o in altri punti particolari, la smerigliatura dovrà essere preceduta da rimozione dei residui del fondente e da sabbiatura.

Particolare cura dovrà essere posta nell'imballaggio delle lamiere e nella protezione superficiale mediante carta o plastica adesiva.

### **21.13 RIVESTIMENTI IN ALLUMINIO E LEGHE LEGGERE DI ALLUMINIO**

Per foderature e manufatti anche scatolati in lamiera di alluminio puro (titolo 99,5%) dello spessore indicato in progetto, dovrà essere impiegato alluminio primario PALP 99,5. Per i rivestimenti in profilati estrusi di alluminio anodizzato bianco satinato dovranno essere impiegate leghe leggere da lavorazione plastica resistente alla corrosione secondo le norme in vigore. Le finiture potranno essere realizzate anche mediante:

- anodizzazione in alluminio puro, a colore naturale o per elettrocolorazione (di norma bruno, bronzo, nero);
- preverniciatura a forno con polveri poliestere, nei colori previsti; secondo quanto indicato negli elaborati di progetto.

Nell'intradosso di pensiline, il rivestimento sarà eseguito con profilati cannettati estrusi di alluminio anodizzato bianco satinato, fissati alle strutture portanti mediante bulloneria. I profilati dovranno avere lo spessore di 1,5 mm; la cannettatura avrà passo come da progetto e profondità di almeno 3,5 mm e contenere particolari sagomature in corrispondenza dei vani per le plafoniere od altri accessori.

### **21.14 RIVESTIMENTI IN LAMIERA STIRATA**

La lamiera per il rivestimento di edifici dovrà essere fornita stirata zincata a caldo e intelaiata su 4 lati con profilo a U 20x20x20x2 con nr.4 fori passanti per il fissaggio e fori per lo smaltimento dell'acqua acqua. La maglia dovrà esser di tipo "ambasciata" 110x40(52) - 25x1.5 con verniciatura RAL 7016 (grigio antracite).

### **21.15 INFISSI**

#### **21.15.1 Norme generali**

L'Appaltatore prima di dare corso alla esecuzione delle singole opere dovrà sottoporre alla preventiva approvazione della Direzione Lavori campioni dei materiali, disegni di dettaglio e particolari eseguiti al vero; quando esplicitamente richiesto dalla Direzione Lavori dovrà produrre anche prototipi.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Quanto sopra per far verificare dalla Direzione Lavori, anche nei particolari, le caratteristiche di struttura e di funzionamento delle singole tipologie di infissi.

L'Appaltatore è responsabile della verifica del fabbisogno degli infissi nelle varie tipologie e dimensioni per cui deve intendersi a suo carico qualsiasi discordanza che dovesse riscontrarsi in sede esecutiva.

Gli infissi sia in legno sia in metallo, dovranno sempre intendersi completi, adeguatamente a ciascun tipo, di tutti gli accessori di sostegno, movimento, chiusura e trattenuta nonché, come previsto nei disegni esecutivi, di vetri o di cristalli.

L'Appaltatore ha l'obbligo di sottoporre all'esame della Direzione Lavori, prima della posa in opera, tutti gli infissi; a questo fine farà conoscere i tempi e i luoghi delle varie lavorazioni eseguite in stabilimento ancorché lo stabilimento non sia di proprietà dell'Appaltatore.

In particolare per gli infissi che dovranno essere finiti con vernice opaca, il controllo della Direzione Lavori dovrà esplicitarsi prima della verniciatura.

L'accettazione delle forniture da parte della Direzione Lavori non avrà comunque carattere definitivo, riservandosi il giudizio finale agli atti di collaudo.

Resta pertanto inteso che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sostituzione, rettifica e ripristino di tutte quelle opere o parti di esse che presentassero difetti di qualsiasi natura o genere.

I vetri dovranno essere della qualità e delle dimensioni richieste, di un sol pezzo per ogni specchiatura ed essere conformi alle Norme di unificazione propria per ogni tipo (Norme UNI: EN 5721-7, EN 121501, 105931-4, EN ISO 125431-6). Dovranno avere trasparenza limpida ed essere perfettamente lisci, privi di bolle, ondulazioni e macchie, di spessore uniforme con facce piane parallele.

L'Appaltatore procederà alla fornitura e posa in opera dei vetri secondo le previsioni di progetto e nel rispetto della Norma UNI 6534 "Vetrazioni in opere edilizie".

I vetri camera dovranno essere uniti al perimetro con apposito profilato e distanziatore saldato con siliconi o polisolfuri o butile; lo spessore delle lastre e della camera sono quelli indicati negli elaborati di progetto.

I cristalli di sicurezza stratificati sono costituiti dalla unione di più lastre di cristallo con interposti fogli di polivinilbutirrale di spessore 0,38 mm, secondo le indicazioni progettuali.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Gli accessori di sostegno, movimento, chiusura e trattenuta saranno del tipo indicato nei disegni di dettaglio.

L'Appaltatore dovrà effettuare la posa in opera a regola d'arte avendo cura, tra l'altro, di proteggere convenientemente i manufatti da urti, polveri, calci e/o cemento, mediante adeguati rivestimenti provvisori.

Quando previsto negli elaborati progettuali, gli infissi saranno dotati di:

- maniglione antipánico a barra tubolare orizzontale oscillante a mezzo di leve incernierate alle scatole laterali, fissato su una anta di porta metallica in luogo della maniglia prevista, del tipo a semplice o triplice espansione;

serratura elettrica del tipo da infilare, con scrocco e catenaccio a due mandate in luogo della serratura prevista, per apertura a distanza compreso il collegamento elettrico ed il relativo comando;

- chiudiporta a pompa:
  - del tipo a pavimento dato in opera previa formazione di incavo e di piastra di copertura in acciaio inox;
  - del tipo aereo a compasso con finitura superficiale dello stesso colore della porta alla quale va imposto;
- griglie di aerazione in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato nei colori argento o bronzo, costituita da lamelle di speciale sagomatura, telaio portante e cornici coprifili sui due lati, in progetto può essere previsto che (alcune), sui lati interni, siano munite di elementi filtranti.

### **21.15.2 Infissi in legno**

Il tipo di legname da impiegare per i singoli lavori è quello specificato nel progetto.

I legnami saranno, esclusivamente di prima scelta, stagionati per almeno due anni dal taglio perfettamente essiccati artificialmente; la percentuale di umidità massima ammessa sarà del 15%. Dovranno essere ricavati da tavolami diritti, a fibra compatta e resistente, con venatura e colore uniformi, privi di spaccature e fenditure sia radiali sia circolari, sani ed esenti da nodi, cipollature, tarli ed ogni altro difetto.

Ogni singolo elemento degli infissi dovrà essere finito con carta vetrata e pomice onde eliminare qualsiasi sbavatura; tutti gli spigoli dovranno essere leggermente arrotondati. È

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

assolutamente vietato l'uso di qualsiasi mastice per coprire difetti naturali o di lavorazione. Ogni particolare dovrà risultare conforme ai disegni di progetto.

Le quote riportate sui disegni particolari e di dettaglio debbono intendersi come riferite ad elementi finiti: saranno, in via eccezionale, ammesse tolleranze di  $\pm 0,5$  mm sullo spessore e di  $\pm 2$  mm su larghezza e lunghezza.

I montanti e i traversi dovranno essere ciascuno in un solo pezzo, collegati a tenone e mortasa con caviglie in legno duro.

Gli infissi da finire con vernici trasparenti avranno le connessioni a ingletto od ugnatura, cioè a  $45^\circ$  tra montante e traverso.

Gli incastri a maschio e femmina dovranno attraversare i pezzi a cui saranno calettati con un gioco tra tenone e mortasa non superiore a 0,1-0,2 mm per una perfetta aderenza con la colla. La tolleranza di testa per incastri in legni massicci lavorati a pannelli, perline o doghette dovrà risultare non inferiore ai 2 mm ed in ogni caso sufficiente a permettere la naturale dilatazione tra i singoli elementi.

Per la lavorazione di elementi tamburati è prescritto l'uso di fogli compensati e paniforti, confezionati con legnami di prima categoria selezionati, sani, incollati a freddo e con strati a spessore costante.

Gli strati interni dovranno essere disposti a fibra incrociata; i fogli esterni, continui, uniformi, esenti da fenditure, buchi e tarli, con un massimo per ogni metro quadrato di 5 nodi sani, aderenti e di diametro inferiore a 15 mm.

Strutture tamburate, comunque eseguite, saranno finite sul perimetro con massello in legno duro. Per l'unione delle varie parti e per il fissaggio degli accessori e degli apparecchi di manovra, posti a perfetto incasso, dovranno adottarsi viti inossidabili; è vietato l'uso di chiodi. Dette viti, dopo il loro approfondimento di 1-2 mm nello spessore del legno, dovranno essere opportunamente stuccate.

Il fissaggio al muro dei controtelai avverrà per mezzo di codette o di fascette in ferro con estremità a zanca, protette da vernice antiruggine.

Gli infissi dovranno essere finiti con cicli di verniciatura, come indicato nel presente Capitolato Speciale.

### **21.15.2.1 Porte in legno**

Le tipologie delle porte sono le seguenti:

- Porta interna tamburata ad una o più ante in legno di abete di prima scelta, cieche o munite di specchiature con vetro float di spessore 6 mm, costituita da:
  - telaio portante di spessore non inferiore a 35 mm e larghezza pari a quella del controtelaio;
  - cornici coprifilo di abete;
  - ante mobili dello spessore minimo di 40 mm composte da intelaiatura perimetrale di sezione 50x40 mm e struttura interna in cellulare a nido d'ape rivestita con pannelli in compensato di pioppo da 5 mm.

La porta sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta, maniglie in ottone cromato di tipo pesante, serratura tipo Patent. L'infisso sarà finito con verniciatura a tre mani con ciclo "A" (ciclo opaco).

- Porta interna tamburata ad una o più ante in legno pregiato (rovere, noce, mogano, ecc.) di prima scelta, cieche o munite di specchiature con vetro float di spessore 6 mm, costituita da:
  - telaio portante di spessore non inferiore a 35 mm e larghezza pari a quella del controtelaio;
  - cornici coprifilo in legno pregiato;
  - ante mobili dello spessore minimo di 43 mm composte da intelaiatura in massello di legno di sezione 50x40 mm, struttura interna in cellulare a nido d'ape;
  - pannellatura di compensato impiallacciato in legno pregiato dello spessore di 5 mm o con pannellatura in sfibrato di legno extra duro dello spessore di 3,5 mm rivestita con laminato plastico di spessore 1,2 mm;
  - finitura perimetrale con cornice in massello di legno pregiato avente sezione ad U munita di battuta.

La porta sarà corredata da: tre cerniere per ogni anta, maniglia in ottone cromato di tipo pesante, serratura tipo Patent. L'infisso sarà finito con una verniciatura a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente).

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Sopraluce costituita da telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello della porta; cornici coprifili; specchiatura con vetro float dello spessore di 6 mm o grigliata con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di particolare sagomatura; è prevista l'apertura a vasistas con i relativi organi di manovra e chiusura.

- Portoncino alla mercantile ad una o due ante costituito da: telaio portante di sezione 50x60 mm e cornici coprifilo in rovere o pitchpine; ante mobili con intelaiatura in regoli di abete di 1a scelta di spessore 30 mm; specchiatura esterna ed interna in doghe di rovere o di pitchpine dello spessore di 12 mm; gocciolatoio riportato ad incastro.

Il portoncino sarà corredato da: tre cerniere per ogni anta; ferramenta e maniglie in ottone di tipo pesante; serratura tipo Yale.

L'infisso sarà finito con una verniciatura a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente). Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello della porta; cornici coprifili; specchiatura con vetrocamera dello spessore complessivo di 24 mm di cui: lastra esterna in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 8-9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm; apertura a vasistas e relativi organi di manovra e chiusura.

Dimensioni e tipologie delle porte saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

### **21.15.2.2 Finestre e portefinestre**

Le finestre e le portefinestre:

- in legno di abete verniciato a tre mani con ciclo "A" (ciclo opaco);
- in rovere o pitchpine verniciato a tre mani con ciclo "B" (ciclo trasparente); avranno una o più ante anche con apertura a vasistas.

Saranno costituite da telaio portante di 55x75 mm, da ante mobili in regoli di 45x65 mm con traversa inferiore di 85 mm e con il gocciolatoio riportato ad incastro; rifinite con cornici coprigiunto; saranno complete di: vetri tipo float da 6 mm; ferramenta in ottone cromato di tipo pesante; cremonese con asta incassata.

Dimensioni e tipologie delle finestre e portefinestre saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**21.15.3 Infissi in ferro**

I profilati da impiegare dovranno essere del tipo speciale ferrofinestra e dovranno avere sezione tale da garantire assoluta indeformabilità e perfetto funzionamento.

I profili dovranno essere ben definiti, a superficie liscia, spigoli netti, con spessore uniforme non inferiore ai 2 mm nelle membrature ed essere esenti da qualsiasi difetto superficiale e strutturale. Le parti apribili dovranno essere munite di coprigiunti in modo che il buon funzionamento non sia compromesso dalla polvere o dagli agenti atmosferici.

La tenuta all'acqua ed all'aria dovrà essere garantita da battute multiple, sussidiate da guarnizioni elastiche, gocciolatoi esterni e raccoglicondensa.

Inoltre, quei tipi che in disegno saranno indicati a filo esterno del muro dovranno essere muniti di apposito coprigiunto da sovrapporre tra telaio ed intonaco. Tutte le giunzioni dovranno essere eseguite con saldatura elettrica di testa od a filo continuo.

In particolare le saldature dei giunti a 45° dovranno realizzare l'unione dell'intero perimetro delle superfici accoppiate ed evitare filtrazioni di acque nell'interno dei profilati.

Tutte le saldature dovranno essere accuratamente ripulite dalle scorie e molate.

Per l'applicazione dei vetri dovranno usarsi esclusivamente fermavetri in canalina ad U di lamiera zincata di dimensioni minime di 10x10x1 mm.

Le finestre e le portefinestre realizzate in profilati speciali di acciaio dovranno avere la ferramenta di sostegno e di manovra in ottone tipo pesante.

Tutti gli infissi in ferro dovranno essere protetti con cicli di verniciatura, come indicato nel presente Capitolato Speciale.

Gli infissi per le finestre e le portefinestre dovranno avere un peso medio, compreso il telaio fisso ed esclusi i vetri, di norma non inferiore a 23 kg/m<sup>2</sup>.

**21.15.3.1 Porte**

La porta esterna, ad una o due ante, in acciaio zincato a caldo sarà costituita da:

- un telaio portante realizzato in profilati tubolari di adeguata sezione;
- ante mobili tamburate mediante una pannellatura in lamiera di acciaio zincato a caldo dello spessore di 1 mm, applicata sull'intelaiatura in profilati di acciaio e con interposto



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

strato coibente realizzato con pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m<sup>3</sup>;

- ante mobili grigliate con stecche in acciaio zincato a caldo dello spessore di 3 mm, munite sul lato interno di rete antinsetti, intelaiate in profilati tubolari dello spessore minimo di 50 mm munite di gocciolatoio. Sarà corredata da tre cerniere per ogni anta, da maniglie in ottone cromato, da serratura tipo Yale e finite con verniciatura a tre mani con ciclo "D" oppure preverniciate a polveri.

Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello delle porte; cornici coprifili; specchiatura con vetrocamera dello spessore complessivo di 24 mm, di cui: lastra esterna in vetro antifondamento stratificato dello spessore di 8-9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm oppure grigliata con stecche in acciaio zincato a caldo di spessore 3 mm. Saranno finite con lo stesso ciclo di verniciatura della porta e potranno essere complete di apertura a vasistas e dei relativi organi di manovra e di chiusura. Dimensioni e tipologia delle porte saranno conformi a quanto riportato negli elaborati di progetto.

### **21.15.3.2 Finestre e portefinestre**

Le finestre e le portefinestre saranno realizzate in acciaio verniciato a tre mani con ciclo "B"; saranno costituite da un telaio portante e una intelaiatura delle parti fisse in profilati speciali; da parti mobili apribili a ventola, bilico, a vasistas, in profilati a battentatura multipla muniti di guarnizioni elastiche; saranno completate con apparecchi per l'apertura contemporanea di bilici o vasistas da azionarsi mediante maniglie a frizione o ad asta e cariglione, cornici coprigiunti e vetri float dello spessore di 6 mm.

### **21.15.3.3 Porte blindate**

Porta blindata ad un'anta costituita da: un controtelaio da premurare realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm munito di otto robuste zanche della lunghezza di almeno 25 cm; un telaio portante realizzato in lamiera di acciaio dello spessore di 4 mm che sarà fissato al controtelaio mediante perni in corrispondenza della battuta dell'anta; cornici coprifilo; anta mobile tamburata in acciaio composta da una lamiera esterna dello spessore di 4 mm; una intelaiatura perimetrale ed interna in profilati scatolati dello spessore di 4 mm; una lamiera interna dello spessore di 2 mm; coibentazione interna formata da pannelli rigidi di lana minerale; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfere reggispinta; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

espansione con sette catenacci di cui cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; quattro parastrappi fissi sul lato delle cerniere. L'anta sarà finita con:

- verniciatura a tre mani con ciclo "D" o preverniciate a polveri, previa sabbiatura;
- rivestita sulle due facce con pannellatura costituita da sfibrato in legno di spessore 3 mm e soprastante laminato plastico dello spessore di 1,2 mm; le parti metalliche in vista rifinite come sopra.

Quando previsto in progetto, l'anta dovrà avere una specchiatura della superficie di 6 dm<sup>2</sup> in vetro blindato a quattro strati dello spessore di 36-38 mm.

Porta esterna blindata ad una o due ante, costituita da profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, di adeguata sezione e con vetri stratificati a quattro strati di spessore 36-38 mm.

Sarà completa di: telaio portante in profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore minimo di 4 mm, ancorato solidamente alle strutture con robuste zanche; cerniere in acciaio con perno antifrizione munite di cuscinetti a sfera reggispinta; parastrappi applicati sul telaio dal lato delle cerniere; paletti di bloccaggio; serratura di servizio con scrocco e maniglia; serratura di sicurezza a triplice espansione con sette catenacci di cui cinque orizzontali, uno superiore ed uno inferiore; verniciatura a tre mani con ciclo "D"; guarnizioni di tenuta; coprifili.

#### **21.15.4 Infissi in alluminio e sue leghe**

I materiali da impiegare nella costruzione degli infissi dovranno avere le caratteristiche di seguito indicate:

- profilati estrusi in lega primaria PAI Si 04 Mg allo stato bonificato;
- laminati, trafilati o sagomati non estrusi in alluminio primario PALP99,5;

entrambi trattati con ossidazione anodica di spessore 15 um, nelle classi ARP15, ARS15, ARC15, in base alle previsioni di progetto.

I profilati estrusi speciali (tubolari o aperti) impiegati dovranno essere a battentatura multipla dei tipi e delle sezioni previsti in progetto; in particolare la sezione dei profilati dovrà essere adeguata alle dimensioni degli infissi ed ai tipi di vetro imposti.

Dovranno essere lavorati con il sistema a giunto aperto con camera interna di rarefazione e guarnizioni di tenuta in neoprene.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La tenuta perimetrale degli infissi dovrà essere conseguita mediante perfetta lavorazione e rettifica dei profilati; gli elementi dovranno essere connessi tra loro mediante saldatura elettrica; le unioni agli angoli rafforzate con squadrette inserite nelle cavità dei profilati e fissate con avvitamento occulto.

La blindatura dei serramenti, quando prevista in progetto, dovrà essere realizzata con profilati di acciaio zincato a caldo, fissati con avvitamento occulto all'interno dei profilati estrusi in lega leggera.

Nelle strutture murarie, dovranno essere posti in opera controtelai o contromaschere in acciaio trattati con vernice isolante dielettrica per permettere la completa rifinitura dei vani prima di montare gli infissi.

Tra le contromaschere e gli infissi esterni dovrà essere applicato, in sede di montaggio, nell'apposito alloggiamento un cordone autosigillante. Le cerniere dovranno essere in profilato estruso di lega leggera con spine di acciaio inossidabile; maniglie e organi di manovra in lega leggera di tipo pregiato.

Quando previsto in progetto, gli infissi di finestra dovranno avere incorporate guide con relativi accessori per l'installazione di tende alla veneziana in lamelle di alluminio, da manovrare mediante comando ad arganello con dispositivo "DUE IN UNO" ad asta e manovella oscillante per la raccolta e l'orientamento simultaneo delle lamelle.

Gli infissi di finestra dovranno avere un peso medio, escluse le contromaschere, le blindature in acciaio ed i vetri, di norma non inferiore a  $15 \text{ kg/m}^2$ ; quelle con apertura a bilico, ad anta ribalta o blindate dovranno avere un peso unitario superiore rispetto ai  $15 \text{ kg/m}^2$  e comunque rapportato alle dimensioni dell'infisso. Per la posa in opera dei vetri dovranno usarsi esclusivamente fermavetri in profilati ad U estrusi in lega leggera; per evitare vibrazioni e movimenti delle lastre nei telai, tra lastra e telaio, dovranno essere forniti e posti in opera tasselli e guarnizioni in gomma dura o neoprene di dimensioni adeguate al peso ed allo spessore delle lastre.

#### **21.15.4.1 Porte**

Le tipologie delle porte in alluminio sono:

Porta interna tamburata ad una o più ante costituita da: telaio portante composto da due elementi in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione tra loro uniti telesopicamente per essere imposti a pareti di spessore da 90 a 150 mm,

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

ciascuno comprendente una cornice coprifilo munita di guarnizione in dutral nei punti a contatto con la parete; ante mobili cieche o munite di specchiature con vetro float dello spessore di 6 mm, come da indicazioni di progetto, dello spessore minimo di 43 mm composte da intelaiatura in massello di legno di sezione 50x40 mm, struttura interna in cellulare a nido d'ape, pannellatura in sfibrato di legno extra duro dello spessore di 3,5 mm rivestita con laminato plastico di spessore 1,2 mm, finitura perimetrale con cornice in profilato estruso in lega leggera di alluminio anodizzato avente sezione ad U munita di battuta. Le cerniere saranno tre per anta in lega leggera di alluminio anodizzato e serratura e pomolo del tipo "premiapri".

Porta interna ad una o più ante costituita da: telaio portante composto da due elementi in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione, tra loro uniti telesopicamente per essere imposti a pareti di spessore da 90 a 150 mm, ciascuno comprendente una cornice coprifilo munita di guarnizione in dutral nei punti a contatto con la parete. Le ante mobili, secondo le indicazioni di progetto:

- tamburate mediante pannellatura in lamiera di alluminio anodizzato di spessore 1 mm applicata sull'intelaiatura in profilati estrusi di lega leggera con interposto strato coibente in pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m<sup>3</sup>;
- aventi ciascuna due specchiature in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 6-7 mm;
- aventi la parte inferiore tamburata e la parte superiore a vetri;
- dello spessore minimo di 45 mm composte da intelaiatura in profilati estrusi di lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione.

La porta sarà provvista di tre cerniere per anta in lega leggera di alluminio anodizzato e serratura e pomolo tipo "premiapri".

Porta esterna ad una o due ante in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, di adeguata sezione costituita da: telaio portante; cornici coprifilo. Le ante mobili, secondo le indicazioni di progetto:

- tamburate mediante pannellatura in lamiera di alluminio anodizzato di spessore 1,5 mm applicata sull'intelaiatura in profilati estrusi in lega leggera con interposto strato coibente in pannelli rigidi di poliuretano espanso della densità di 40 kg/m<sup>3</sup>;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- aventi ciascuna due specchiature con vetrocamera dello spessore complessivo di 24 mm, di cui: lastra esterna in vetro antisfondamento stratificato dello spessore di 8-9 mm, camera di 9 mm, lastra interna in vetro float dello spessore di 6 mm;
- aventi la parte inferiore tamburata e la parte superiore a vetri;
- grigliate con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di idoneo spessore e particolare sagomatura, munite sul lato interno di rete antinsetti.

Le ante mobili saranno intelaiate in lega leggera di alluminio dello spessore minimo di 45 mm munite di gocciolatoio. Le porte sono provviste di controtelaio in acciaio trattato con vernice isolante dielettrica; di tre cerniere per anta e pomolo o maniglia in lega leggera di alluminio anodizzato; di serratura tipo Yale.

Sopraluce costituita da: telaio portante avente le stesse caratteristiche di quello delle porte; cornici coprifili; specchiatura con vetro float dello spessore di 6 mm o grigliata con stecche in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di particolare sagomatura. Il sopraluce, quando previsto in progetto, dovrà avere apertura a vasistas con relativi organi di manovra e chiusura. Le tipologie ed accessori saranno conformi a quelli scelti dal progettista.

#### **21.15.4.2 Finestre e portefinestre**

Le finestre e le porte finestre saranno realizzate in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, lavorato con il sistema a giunto aperto, costituite essenzialmente da:

- contromaschere in acciaio trattato con vernice isolante dielettrica, complete di zanche da premurare, per permettere la completa rifinitura dei vani prima di montare gli infissi;
- telaio perimetrale in profilati estrusi in lega, da fissare con avvitarmento occulto;
- parti mobili apribili costituite da: telaio portante in profilati estrusi in lega leggera con battentatura multipla muniti di guarnizioni elastiche; specchiature che, da scelte progettuali, possono essere con vetro float, stratificato, vetrocamera. Quando previsto, i profilati del telaio e delle parti mobili, saranno elettrocolorati e/o preverniciati a forno con polveri poliesteri, nei colori indicati.

Vetrata fissa, con parti mobili per vani di porte e finestre, in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato, realizzata come da prescrizioni progettuali, costituita da: telaio

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

perimetrale, intelaiatura delle specchiere, vetrate, controtelaio in acciaio zincato trattato con vernice isolante dielettrica.

Vetrata blindata fissa, con parti mobili per vani di porte e finestre, in profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato di adeguata sezione, rinforzati internamente con profilati in acciaio zincato a caldo dello spessore di 46 mm, realizzata come da prescrizioni progettuali, costituita da: telaio perimetrale, intelaiatura delle specchiere, vetrate, controtelaio in acciaio zincato trattato con vernice isolante dielettrica.

Parete esterna perimetrale realizzata con sistema di facciata continua, secondo i disegni di progetto, costituita da una struttura portante in profilati estrusi di lega leggera di alluminio «a taglio termico».

La struttura composta da montanti e traversi, distribuiti secondo la maglia indicata nei disegni di progetto e sarà indipendente e termicamente isolata dal reticolo di pannellatura e vetratura esterno.

Data in opera completa di raccordo alle strutture perimetrali, con scossaline in lamiera di alluminio preverniciato e riempimento della cavità con materiale coibente, coprigiunti in alluminio per i rivestimenti, guarnizioni esterne in gomma siliconica ed EPDM, ancoraggio alle strutture portanti con tasselli ad espansione di tipo pesante e quant'altro occorre.

#### **21.15.5 Tende alla veneziana**

Costituite da lamelle in alluminio a sezione curvata, indeformabili, leggere, insensibili alla luce ed agli agenti atmosferici e corrosivi.

La raccolta sarà a pacco su speciale cassonetto completamente metallico e racchiudente tutti i meccanismi di manovra, orientamento, arresto a qualsiasi altezza e fermo di fine corsa.

Il comando per la manovra e l'orientamento sarà del tipo a cordoncini.

Per quelle applicate su infissi di finestre vedasi quanto riportato al precedente punto 31.15.

La verniciatura delle lamelle dovrà essere eseguita con smalto a fuoco, del colore previsto.

#### **21.15.6 Persiane avvolgibili in materia plastica**

Costituite da stecche in profilati estrusi cavi di policloruro di vinile (PVC) collegate orizzontalmente a mezzo di ala continua dello stesso profilato.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le stecche dovranno presentare rigidità a flessione, resistenza all'urto, resistenza all'agganciamento, stabilità dimensionale; dovranno presentarsi di colore uniforme con superfici esenti da irregolarità, perfettamente rettilinee e di sezione costante.

Ogni stecca dovrà essere munita di non meno di due coste colleganti internamente le due facce per l'intera lunghezza; una delle coste dovrà presentare incamerazione idonea per l'alloggiamento di un rinforzo metallico in acciaio zincato in ragione di un profilato ogni tre stecche. In questo caso è prevista l'adozione del comando ad arganello con asta oscillante in alluminio anodizzato, in luogo del comando a cinghia.

Lo spessore della stecca non dovrà essere inferiore a 14 mm; l'altezza compresa tra 40-50 mm, escluso il gancio.

La stecca di base sarà in plastica, in legno o in lega leggera.

La persiana avvolgibile sarà completa di: guide in ferro ad U di dimensioni 18x30 mm, rullo avvolgitore completo di puleggia e supporti con cuscinetti a sfere, avvolgicinghia automatico da incasso con cassetta in ferro e piastra in ottone cromato, cinghia in canapa, paracinghia, squadrette o tappi di arresto.

#### **21.15.7 Serrande avvolgibili in acciaio zincato**

Costituite da elementi a nastro, mobili, agganciate tra loro con passo 105-111 mm, in acciaio dolce zincato a caldo del tipo liscio e non nervato, dello spessore di 1 mm.

Gli elementi dovranno essere sagomati in modo da formare verso l'interno un gocciolatoio a protezione e rinforzo delle cerniere snodabili.

A circa 60 cm dal pavimento del locale potrà essere posto un elemento, in tutto uguale ai precedenti, ma con feritoia per l'aerazione.

Lo spiaggiante battente sulla soglia dovrà essere eseguito con pezzo speciale, particolarmente robusto, provvisto di battuta di arresto sull'architrave completa di gommini ed inoltre: serratura di chiusura tipo Yale.

Il movimento, su guide ad U ancorate alla muratura, dovrà avvenire gradatamente durante la manovra sia di apertura che di chiusura ed in modo tale che sia ridotto notevolmente l'attrito degli elementi contro la guida stessa.

Il rullo avvolgitore, munito di molle di sollevamento in acciaio, agirà su supporto ancorato solidamente alla struttura muraria.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Le serrande dovranno essere dotate di apparecchiatura per la manovra a mano mediante argano con manovella provvisto di ingranaggi superiori ed inferiori, asta discendente e fine corsa superiore ed inferiore.

Gli ingranaggi dovranno essere protetti da cassette in lamiera munita di sportelli di ispezione. L'apparecchiatura di manovra dovrà essere azionabile sia dall'esterno che dall'interno dei locali. Quando previsto in progetto, la serranda dovrà essere corredata di un apparecchio di manovra elettrico del tipo monofase o trifase comprensivo del quadro di comando, dei necessari collegamenti elettrici, di un chiavistello e freno meccanico, di un selettore a chiave e dischi di compensazione.

Le serrande saranno finite con verniciatura a tre mani con ciclo "D".

### **21.15.8 Porte a bilico**

Costituite da due pannelli ciechi in lamiera di acciaio zincata fortemente nervata in senso orizzontale, di spessore minimo di 1 mm, intelaiati con una struttura tubolare sagomata in acciaio zincato e collegati tra di loro mediante cerniera continua.

La manovra della porta dovrà risultare costantemente equilibrata per mezzo di contrappesi laterali, collegati al pannello inferiore mediante trasmissione a carrucole superiori e funi o catene in acciaio.

Qualora, per ragioni strutturali o di ingombro, la porta debba essere installata con un unico contrappeso dovrà essere munita di un apposito dispositivo di blocco automatico in caso di accidentale rottura della trasmissione.

Il movimento sulle guide laterali di scorrimento avverrà mediante carrelli ruotanti su cuscinetti a sfere. I contrappesi scorreranno a loro volta su apposite guide fissate con zanche alla muratura. Ciascuna porta dovrà essere fornita in opera completa di serratura tipo Yale centrale, di maniglie e quanto altro necessario per darla perfettamente funzionante. Tutte le porte saranno finite con verniciatura a tre mani con ciclo D.

### **21.15.9 Portoni ad impacco laterale**

Il portone dovrà essere a manovra manuale con predisposizione per la motorizzazione. Sarà composto da un numero qualsiasi di ante raccolte internamente su uno o due lati del vano, secondo le indicazioni di progetto.

Ciascuna anta sarà formata da un unico elemento strutturale assemblato con collanti a freddo ad alta resistenza, costituito da:

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- telaio perimetrale in profilati di acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir;
- scatoratura con due lamiere lisce pressopiegate in acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir, dello spessore non inferiore a 1 mm;
- coibentazione con pannello rigido in cloruro di polivinile espanso a cellule chiuse di densità  $30 \text{ kg/m}^3$  tale da garantire un coefficiente di trasmissione del calore  $K > 0,34 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  (DIN52612);
- guarnizioni verticali tubolari in mescole elastomeriche antinvecchiamento;
- guarnizioni orizzontali, superiore ed inferiore, a spazzola in setole di nylon antiroditori ed antiusura;
- cerniere ad alta resistenza ad ancoraggio meccanico munite di boccole antifrizione e cuscinetto reggispinta;
- verniciatura, previo trattamento di fosfatazione mediante mano di primer epossidico e finitura con vernice a base di resine poliesteri essiccate in forno, nel colore previsto, dello spessore non inferiore a 0,04 mm.

Lo spessore delle ante dovrà essere almeno di 50 mm ed il peso di ciascuna anta non dovrà risultare inferiore a  $25 \text{ kg/m}^2$ .

Il portone sarà fornito in opera completamente funzionante, compreso:

- guida portante superiore in acciaio pressopiegato di spessore 3-5 mm completa di deragliatore, cavallotti e staffe di fissaggio alle strutture portanti;
- guida inferiore in acciaio pressopiegato del tipo ad incasso, con fori per lo scarico dell'acqua, completa di zanche per il fissaggio a pavimento;
- carrelli di guida, a quattro ruote portanti funzionanti a circolazione di sfere, ad azione autocentrante e di allineamento con la guida superiore, regolabili in altezza;
- profili di tenuta fissati alla struttura muraria e guarnizioni di tenuta in mescole elastomeriche antinvecchiamento fissate alle ante estreme;
- due cariglioni di chiusura (uno per ogni impacco di ante) con relative maniglie di manovra; uno dei due cariglioni dovrà essere munito di cilindro tipo Yale con chiave funzionante anche dall'esterno;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- quando previsto in progetto, il portone sarà fornito anche di griglia di aerazione di superficie 0,15-0,20 m<sup>2</sup>, costituita da profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato elettrocolorato, completa di cornici coprifilo, di accessori di fissaggio;
- costola di sicurezza.

La motorizzazione, quando prevista in progetto, avrà velocità di traslazione costante e sarà realizzata da:

- sistema di catene con tendicatena a molla collegato con un microinterruttore con funzione di sicurezza antischiacciamento;
- motore elettrico con voltaggio monofase o trifase (220/380 V) di potenza adeguata alle dimensioni del portone;
- gruppo motoriduttore per la movimentazione contemporanea dei due impacchi;
- comando aperturastopchiusura con pulsantiera all'interno e selettore a chiave all'esterno;
- quadro elettrico di comando e controllo;
- microinterruttori e cammes regolabili di fine corsa apertura chiusura;
- dispositivo di sbloccaggio per manovra manuale in caso di mancanza di corrente;
- tamponi di fine corsa, staffe di supporto, accessori di fissaggio alla muratura, montaggio, allacciamenti e cablaggi, linea elettrica di alimentazione e relativa canalizzazione.

Il portone ad impacco laterale, quando previsto in progetto, sarà provvisto di porte pedonali della superficie minima di almeno 1,20 m<sup>2</sup>, apribili verso l'esterno, con caratteristiche strutturali di rifinitura uguali a quelle dei pannelli del portone, munite di serrature tipo Yale, maniglie di presa e guarnizioni perimetrali a doppia battuta in mescola elastomerica antinvecchiamento. Possono essere previste in progetto anche delle specchiature a giorno nelle ante del portone, della superficie di almeno 0,30 m<sup>2</sup> realizzate con oblò rettangolari in doppia parete di metacrilato montati con guarnizioni di tenuta avvolgenti in mescola elastomerica antinvecchiamento.

### **21.15.10 Portoni di tipo sezionale**

Composti da pannelli scatolati, scorrenti verticalmente e a soffitto, come da indicazioni di progetto.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Ciascun pannello sarà formato da un unico elemento strutturale scatolato costituito da due lamiere piane con nervature longitudinali in acciaio zincato a caldo dello spessore non inferiore a 0,6 mm, assemblato con speciali collanti e coibentato internamente con schiuma di resine poliuretatiche a cellula chiusa della densità di  $50 \text{ kg/m}^3$ , iniettata a caldo, avente coefficiente di trasmissione del calore  $K > 0,42 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  (DIN 52612).

Internamente al pannello dovranno essere inseriti rinforzi longitudinali in profilati di acciaio per aumentarne la resistenza e per il fissaggio delle cerniere.

Lateralmente, i pannelli saranno finiti con elementi in acciaio zincato aventi funzione di supporti per l'ancoraggio di carrelli e delle cerniere.

I pannelli, uniti con cerniere in acciaio zincato a caldo, saranno resi solidali con le guide di scorrimento per mezzo di carrelli in acciaio zincato a caldo portanti rulli di scorrimento di tipo rinforzato in acciaio rettificato muniti di cuscinetti a sfere, ciascun carrello regolabile perpendicolarmente e trasversalmente per una agevole registrazione del portone in opera. I giunti longitudinali tra i pannelli saranno muniti di guarnizioni in gomma; lateralmente e superiormente ai portoni dovranno essere fornite guarnizioni in mescola elastomerica antinvecchiamento del tipo a labbro; sulla battuta inferiore la guarnizione sarà del tipo tubolare.

Il sistema di scorrimento sarà del tipo bilanciato a molle elicoidali precaricate calettate su un albero in acciaio posto sopra le guide di scorrimento. Il portone sarà fornito completo di:

- guide laterali di scorrimento fissate alla muratura ed a soffitto;
- albero portamolle in acciaio zincato di adeguato spessore con molle elicoidali di bilanciamento in numero necessario;
- dispositivo di sicurezza paracadute che interviene in caso di rottura accidentale del cavo di sollevamento;
- dispositivo di sicurezza contro lo scarrucolamento del cavo traente;
- serratura del tipo Yale e maniglie di sollevamento interna ed esterna;
- può essere previsto in progetto, anche la griglia di aerazione di superficie  $0,15\text{-}0,20 \text{ m}^2$  costituita da profilati estrusi in lega leggera di alluminio anodizzato elettrocolorato;
- cornici coprifilo, accessori di fissaggio;
- costola di sicurezza.

PV\_D\_TE\_GE\_GE\_3\_F\_000-001\_0\_001\_R\_A\_0

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

La finitura delle facce in vista, esterna ed interna dei portoni, sarà eseguita mediante trattamento con speciale vernice plastificata dello spessore non inferiore a 0,2 mm.

Il portone dovrà essere a manovra manuale con predisposizione per la motorizzazione.

Quando previsto in progetto, il portone dovrà essere corredato di porte pedonali, aprentesi verso l'esterno, della superficie minima di almeno 1,20 m<sup>2</sup> aventi caratteristiche strutturali e di rifinitura uguali a quelle del portone, munite di serratura tipo Yale, maniglie di presa e guarnizioni perimetrali a doppia battuta in miscela elastomerica antinvecchiamento.

Possono essere previste anche specchiature a giorno, della superficie ciascuna di almeno 0,25 m<sup>2</sup>, realizzate con oblò rettangolari in doppia parete di metacrilato montati con guarnizioni di tenuta avvolgenti in mescola elastomerica antinvecchiamento.

Nel progetto può essere prevista la motorizzazione del portone, la velocità di traslazione dovrà risultare costante e le apparecchiature previste saranno composte da:

- sistema di catene con tendicatena a molla collegato con un microinterruttore con funzione di sicurezza antischiacciamento;
- motore elettrico con voltaggio monofase o trifase (220/380 V) di potenza adeguata alle dimensioni del portone;
- comando aperturastopchiusura con pulsantiera all'interno e selettore a chiave all'esterno;
- quadro elettrico di comando e controllo;
- microinterruttori e cammes regolabili di fine corsa aperturachiusura;
- dispositivo di sbloccaggio per manovra manuale in caso di mancanza di corrente;
- tamponi di fine corsa, staffe di supporto, accessori di fissaggio alla muratura, montaggio, allacciamenti e cablaggi, linea elettrica di alimentazione e relativa canalizzazione.

#### **21.15.11 Lucernari**

Costituiti da basamento e cupola della superficie utile interna di 1,30 o 1,40 m<sup>2</sup>, avente le seguenti caratteristiche:

- basamento scatolato in profilati di alluminio preverniciato dello spessore minimo di 0,8 mm, coibentato nell'intercapedine con poliuretano autoestinguente;

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

- cupola termoformata a doppia parete di cui quella interna in policarbonato trasparente spess. 3 mm e quella esterna in metacrilato trasparente od opalino di spess. 4 mm, sigillata ai bordi;
- scossaline in lamierino di rame dello spessore di 0,8 mm, opportunamente sagomate per riprodurre la gregatura dei pannelli di copertura, per il raccordo tra lucernario e copertura.

Dato in opera su copertura metallica a pannelli, anche sandwich, compreso gli attacchi in acciaio zincato di collegamento alle strutture portanti e gli accessori di posa.

## **21.16 TINTEGGIATURE E VERNICIATURE**

### **21.16.1 Norme generali**

Prima dell'esecuzione di qualsiasi opera di tinteggiatura e verniciatura, le superfici da trattare dovranno essere oggetto, adeguatamente a ciascun tipo, di una idonea ed accurata preparazione. L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire campioni per i vari tipi di finiture per la verifica della rispondenza dei colori a quelli di progetto.

Tinteggiature e verniciature, quando specificatamente previsto, saranno completate con filettature, fascette e zoccolini.

Le mani dovranno essere date a passate incrociate; per le verniciature, le varie mani saranno eseguite in colore o tonalità diverse in modo tale che sia possibile il controllo del numero di mani applicate.

Non saranno assolutamente accettate vernici non rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti prescritti, addebitando all'Appaltatore, in qualsiasi stadio dei lavori, l'asportazione e la sostituzione delle verniciature eseguite che non risultassero idonee.

Le tinteggiature e verniciature, con particolare riferimento a quelle su legno e su metallo, dovranno essere eseguite in condizioni di tempo asciutto, evitando eccessi di caldo o di gelo e non si dovrà mai procedere alla stesura di uno strato fino a che il precedente non sia perfettamente essiccato. Si riterranno inoltre a totale carico dell'Appaltatore la pulitura, la riparazione o il risarcimento di eventuali danni arrecati da spruzzi o macchie su qualsiasi superficie finita, poiché rientra nei suoi obblighi l'adozione preliminare di ogni precauzione atta ad evitarli.

## **21.16.2 Tinteggiatura**

### **21.16.2.1 Tinteggiatura a tempera**

La tinteggiatura di pareti e soffitti sarà eseguita con pittura a tempera data in tre mani, previa adeguata preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e lisciato mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario.

### **21.16.2.2 Tinteggiatura con idropittura**

#### **21.16.2.2.1 Tinteggiatura di pareti (per interni):**

Con pittura emulsionata opaca lavabile a base di resine vinilacriliche disperse in acqua, con 50-60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 30% e 40-50 di pigmento costituito da biossido di titanio per almeno il 50%.

Lo spessore della pellicola per ciascuna mano non dovrà risultare inferiore a 0,025 mm. Data in due mani previa preparazione del sottofondo che dovrà essere regolarizzato e lisciato mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

#### **21.16.2.2.2 Tinteggiatura per esterni:**

Si dovrà impiegare idropittura a base di resine vinilacriliche disperse in acqua con 55-60% di veicolo avente residuo secco non inferiore al 50% e 40-45% di pigmento costituito da biossido di titanio rutilo per almeno il 65%.

Lo spessore di ogni mano non dovrà risultare inferiore a 0,035 mm.

Data in due mani previa preparazione del sottofondo mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro necessario compresa l'applicazione di uno strato di isolante inibente.

Se previsto in progetto, sopra la tinteggiatura esterna, sarà applicata una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente, data a pennello o a spruzzo.

## **21.16.3 Verniciatura di pareti in muratura**

Le pareti interne in muratura saranno finite con due mani di smalto poliuretano, previa preparazione del sottofondo e spolveratura delle superfici, di colore e modalità indicate in progetto; le pareti esterne saranno finite con una mano di vernice trasparente idrorepellente siliconica a solvente su faccia vista o intonacata e tinteggiate.

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

**21.16.4 Verniciature di strutture in acciaio**

Tutte le strutture in acciaio (inclusi gli infissi) dovranno essere finite con uno dei cicli di verniciatura di seguito descritti, secondo le indicazioni progettuali.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto mediante spazzolatura meccanica, o sabbiatura, o sgrassaggio.

**21.16.4.1 Ciclo "a"**

Per strutture non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di protezione al fuoco. Da applicare in superfici preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2% della SVENSK STANDARD SIS con l'avvertenza che i ritocchi da effettuare con primer epossidico allo zinco, dopo la posa in opera delle strutture e prima dell'applicazione della seconda mano, dovranno interessare tutte le superfici dalle quali sia stata asportata la prima mano data in officina, in corrispondenza di saldature e comunque in tutti i punti che si presentassero scoperti.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti, oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	<b>I MANO</b>	<b>RITOCCHI SULLA I MANO</b>	<b>II MANO</b>
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥2600	≥2600	≥1400
COMPONENTI n.	2	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,07	≥0,07	≥0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

**21.16.4.2 Ciclo "b"**

Per strutture in vista, preparate mediante sabbiatura di grado Sa 214 della SVENSK STANDARD SIS, con la prima mano di antiruggine ed i ritocchi come al precedente Ciclo "A"; la seconda mano di pittura epossidica e la terza mano di smalto poliuretanico date in

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

opera; complessivamente il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti oltre alla mano di ritocchi; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	<b>I MANO DATA IN OFFICINA</b>	<b>RITOCCHI SULLA I MANO DATA IN OPERA</b>	<b>II MANO DATA IN OPERA</b>	<b>III MANO DATA IN OPERA</b>
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PRIMER EPOSSIDICO ALLO ZINCO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥2600	≥2600	≥1400	≥1100
COMPONENTI n.	2	2	2	1 o 2
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,07	≥0,07	≥0,08	≥0,035
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

**21.16.4.3 Ciclo "c"**

Da applicare su superfici non in vista o come preparazione a successivi trattamenti di protezione al fuoco; strutture portanti in acciaio zincato a caldo; lattoneria in lamiera di ferro zincato per converse, canali di gronda, tubazioni, foderature ecc.

Il ciclo comprende una sola mano di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche della mano:

	<b>I MANO</b>
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥1500
COMPONENTI n.	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

**21.16.4.4 Ciclo "d"**

Da applicare su superfici in vista zincate a caldo o su superfici metalliche esistenti preparate mediante spazzolatura meccanica o sabbiatura.



## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	<b>I MANO</b>	<b>II MANO</b>	<b>III MANO</b>
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA	SMALTO POLIURETANICO
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥1500	≥1400	> 1100
COMPONENTI n.	2	2	1o2
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,08	≥0,08	≥0,035
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

**21.16.4.5 Ciclo "e"**

Da applicare su lattaeria in lamiera di ferro nero per foderature, tubazioni, canali, ecc. e su pluviali in tubi di acciaio elettrosaldati, previa preparazione mediante sabbiatura.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	<b>I MANO</b>	<b>II MANO</b>
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥ 1500	≥ 1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥ 0,08	≥ 0,08
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS	PENNELLO SPRUZZO AIRLESS

**21.16.4.6 Ciclo "f"****21.16.4.6.1 Ciclo F/1**

Da applicare su superfici non in vista preparate mediante sabbiatura di grado Sa 2%.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	<b>I MANO</b>	<b>II MANO</b>
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICOALLO ZINCO	PITTURA EPOSSICATRAMME
PESO SPECIFICO	≥2600	≥1400

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

grammi/litro		
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,07	≥0,15
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZOAIRLESS	PENNELLO SPRUZZOAIRLESS

**21.16.4.6.2 Ciclo F/2**

Da applicare su superfici non in vista zincate a caldo.

Il ciclo comprende due mani di prodotti vernicianti; nello specchio che segue si riportano le caratteristiche di ciascuna mano:

	<b>I MANO</b>	<b>II MANO</b>
TIPO DI VERNICE	PRIMER EPOSSIDICO	PITTURA EPOSSICATRAME
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥1500	≥1400
COMPONENTI n.	2	2
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,08	≥0,15
METODO DIAPPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZOAIRLESS	PENNELLO SPRUZZOAIRLESS

**21.16.5 Verniciature di opere in legno**

Tutte le opere in legno dovranno essere finite con i cicli di verniciatura di seguito descritti.

I cicli di verniciatura saranno preceduti dalla preparazione del supporto; tra la prima mano e quelle successive si dovrà procedere alla stuccatura, alla rasatura e alla carteggiatura.

**21.16.5.1 Ciclo "a" (ciclo opaco)**

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

	<b>I MANO</b>	<b>II MANO</b>	<b>III MANO</b>
TIPO DI VERNICE	FONDO SINTETICO DI IMPRIMITURA A BASE DI RESINA ALCHIDICA	SMALTO SINTETICO SATINATO A BASE DI RESINA ALCHIDICA	SMALTO SINTETICO SATINATO A BASE DI RESINA ALCHIDICA
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥1500	≥1200	≥1200
COMPONENTI n.	1	1	1
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,04	≥0,04	≥0,04
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO	PENNELLO SPRUZZO

**21.16.5.2 Ciclo "b" (ciclo trasparente)**

Il ciclo comprende tre mani di prodotti vernicianti aventi le caratteristiche indicate nello specchio che segue:

	<b>I MANO</b>	<b>II MANO</b>	<b>III MANO</b>
TIPO DI VERNICE	FONDO TRASP. A BASE DI RESINE SINTETICHE, OLI ESSICCATIVI E FUNGHICIDI	FINITURA TRASP. SATINATA A BASE DI RESINE ALCHIDICHE	FINITURA TRASP. SATINATA A BASE DI RESINE ALCHIDICHE
PESO SPECIFICO grammi/litro	≥850	≥880	≥880
COMPONENTI n.	1	1	1
SPESSORE DEL FILM mm	≥0,04	≥0,04	≥0,04
METODO DI APPLICAZIONE	PENNELLO O IMMERSIONE	PENNELLO	PENNELLO

**21.16.6 Protezione al fuoco****21.16.6.1 Con pittura ignifuga intumescente**

Verniciatura protettiva di strutture metalliche costituita da pittura ignifuga intumescente a base acquosa (esente da solventi) atta all'isolamento al fuoco e ritardante la propagazione della fiamma mediante reazione ad effetto schiumogeno. Applicata a più mani, a pennello o a spruzzo, nelle quantità e con gli spessori sottoindicati, secondo le classi di protezione

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

richieste, come da prescrizioni specificate nella circolare del Ministero dell'Interno n. 91 del 4/9/1961 e successivi aggiornamenti, gli spessori e le classi di protezione saranno le seguenti:

- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 60 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 1,7-1,8 kg/m<sup>2</sup> dato in 3-4 mani, pari ad uno spessore finito di 0,8 mm;
- per ottenere una resistenza al fuoco di classe 120 min, sarà applicato un quantitativo di pittura pari a 2,9-3,0 kg/m<sup>2</sup> dato in 4-5 mani, pari ad uno spessore finito di 1,35 mm.

La pittura sarà applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; o su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiare a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2% e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm.

#### **21.16.6.2 Con strato di fibre minerali miscelate con cemento e collante**

Copertura di strutture in acciaio, in calcestruzzo o in muratura mediante spruzzatura di uno strato costituito da fibre minerali di lana di roccia sfibrate, esenti da amianto e silice libera miscelate con cemento e collante vinilico negli spessori sottoindicati, atti a garantire:

- resistenza al fuoco di classe 90 min: spessore di 10 mm;
- resistenza al fuoco di classe 120 min: spessore di 15 mm;
- resistenza al fuoco di classe 180 min: spessore di 20 mm.

La copertura dovrà eseguirsi con impiego di idonea attrezzatura comprendente: tramoggia rotativa, sfibratore a pettine, booster a secco ecc. e applicata su superfici preventivamente preparate come ai cicli A e C; su superfici di strutture in acciaio esistenti, sabbiare a metallo bianco di grado SVENSK STANDARD 2% e trattate con una mano di antiruggine sintetico magro al cromato di zinco dello spessore di 0,04 mm; su strutture in calcestruzzo o in muratura adeguatamente preparate mediante bagnatura con acqua e collante in pressione.

#### **21.16.7 Tappezzeria in plastica**

L'applicazione della tappezzeria in plastica su pareti interne dovrà essere preceduta da un accurata preparazione dell'intonaco opportunamente regolarizzato e lisciato mediante rasatura a stucco plastico, scartavetratura, spolveratura, ripresa di spigoli e quanto altro occorrente. La tappezzeria dovrà essere in plastica con supporto di tela, «di tipo ignifugo di classe I»; costituita da cloruro di polivinile spalmato a caldo su tela di puro cotone, avente

## CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

un peso non inferiore a  $0,680 \text{ kg/m}^2$ ; dovrà essere di grana e del tipo e colore, secondo le scelte progettuali. L'applicazione alle pareti, preceduta da una spalmatura di colla dello stesso tipo di quella impiegata per l'incollaggio dei teli, diluita in acqua nel rapporto 1/1, dovrà essere fatta mediante collanti a freddo a base di carbossimetilcellulosa od a base vinilica, miscelati con antifermentativi nella misura dello 0,5% circa. La colla dovrà essere spalmata sulla tappezzeria e lasciata maturare prima dell'applicazione dei teli.

È vietata la sovrapposizione dei bordi dei teli; le giunzioni dovranno presentarsi perfettamente verticali e combacianti per l'intera altezza del telo.

I teli dovranno essere in un sol pezzo: sono pertanto vietate giunzioni intermedie. La tappezzeria, dopo l'applicazione e il prosciugamento dovrà risultare perfettamente distesa ed aderente su tutte le superfici e non presentare bolle d'aria, distacchi o ad altre imperfezioni.

#### **21.16.8 Rivestimenti plastici**

Il rivestimento plastico per superfici intonacate di pareti interne e/o esterne e di soffitti, sarà composto da: resine sintetiche, pigmenti coloranti selezionati, cariche minerali inerti di varia granulometria e solventi di adeguata tensione superficiale.

Le superfici da rivestire dovranno essere perfettamente stagionate, accuratamente preparate e depolverizzate, trattate preliminarmente con una mano di impregnante isolante inibente a solvente. Il rivestimento liscio avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico del prodotto:  $> 1350 \text{ g/l}$ ;
- applicazione: due strati dati a pennello o con rullo in lana;
- rilievo massimo: fino a  $0,5 \text{ mm}$ .

Il rivestimento bucciato avrà le seguenti caratteristiche:

- peso specifico del prodotto:  $> 1600 \text{ g/l}$ ;
- applicazione: pennello o rullo in lana;
- rilievo massimo: fino a  $1,2 \text{ mm}$ .

#### **21.16.9 Ossidazione anodica**

Le parti in vista di manufatti in alluminio e sue leghe (compresi gli infissi) dovranno essere trattate, con ossidazione anodica, nei colori previsti in progetto.

---

CAPITOLATO SPECIALE NORME TECNICHE

Classi e caratteristiche degli strati di ossidazione anodica da adottare sono quelle sottoelencate:

- ARP 15 Architetonico lucido;
- ARS 15 Architetonico spazzolato;
- ARC 15 Architetonico satinato chimicamente;

dove lo spessore dello strato dovrà essere non inferiore a 15  $\mu$ m.

Le superfici da trattare dovranno essere preliminarmente preparate, in funzione delle classi sopraelencate, rispettivamente mediante lucidatura meccanica o spazzolatura meccanica o trattamento chimico.

Le superfici dovranno presentarsi regolari, prive di porosità e di colore uniforme. I manufatti dovranno essere protetti, in via provvisoria, da speciali pellicole trasparenti e facilmente asportabili, in modo particolare quelli da fissare alle strutture murarie, affinché agenti chimici eterogenei non ne corrodano o macchino le superfici durante l'esecuzione dei lavori.