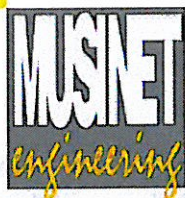




SOCIETA' ITALIANA  
 TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS  
 Sede legale: fraz. San Giuliano, 2 - 10059 Susa (TO)



MUSINET ENGINEERING S.p.A.  
 Cso Svizzera, 185  
 10149 TORINO  
 Tel. +39 011 5712411  
 Fax. +39 011 5712426  
 E-mail info@musinet.it  
 PEC musinet@legalmail.it

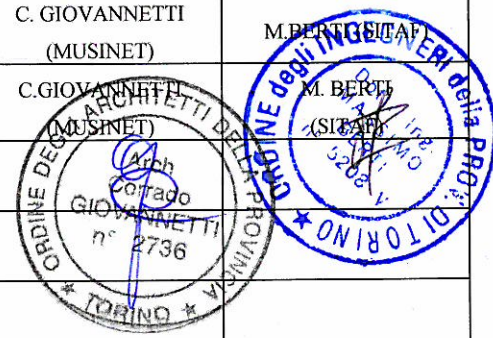
Gruppo SITAF

P.I.Iva 08015410015  
 Cap. Soc. E. 520.000 i.v.  
 Cod. fis.e Reg. Imprese  
 TO 08015410015  
 R.E.A. Torino 939200

# RILOCALIZZAZIONE DELL' AUTOPORTO DI SUSAS

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	30/07/2013	Première diffusion / Prima emissione	L. BARBERIS (MUSINET)	C. GIOVANNETTI (MUSINET)	M. BERTI (SITAF)
A	07/09/2013	Passage au statut AP / Passaggio allo stato AP	L. BARBERIS (MUSINET)	C. GIOVANNETTI (MUSINET)	M. BERTI (SITAF)



CODE DOC	P	D	2	C	3	A	M	U	S	0	1	0	0	A
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla		Émetteur / Emittente			Numero				Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	70	36	00	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

CUP	C11J05000030001
-----	-----------------



**SOMMAIRE / INDICE**

.....	.....
1. PREMESSA.....	23
1.1 Elenco delle sezioni .....	23
1.2 Norme tecniche di riferimento .....	24
2. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	25
2.1 Condizioni generali di accettazione e caratterizzazione dei materiali .....	25
2.2 Acqua .....	25
2.3 Leganti idraulici .....	25
2.4 Calci aeree - Pozzolane .....	26
2.5 Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi .....	26
2.6 Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni .....	26
2.7 Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni .....	26
2.8 Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto .....	26
2.9 Pietre naturali, artificiali e marmi .....	27
2.10 Tufi .....	29
2.11 Materiali laterizi .....	29
2.12 Manufatti di cemento .....	30
2.13 Materiali ferrosi .....	30
2.14 Legnami .....	30
2.15 Bitumi - Emulsioni bituminose .....	32
2.16 Bitumi liquidi o flussati .....	32
2.17 Polveri di roccia asphaltica .....	32
2.18 Olii asfaltici .....	33
2.19 Materiali per opere in verde .....	33
2.19.1 Terra di coltivo .....	33
2.19.2 Concimi .....	34
2.19.3 Materiale vivaistico .....	34
2.19.3.1 Sementi .....	35
2.19.3.2 Alberi .....	35
2.19.3.3 Arbusti .....	37
2.19.3.4 Piante rampicanti e ricadenti .....	37
2.19.3.5 Talee di salice .....	37
2.19.4 Dischi o tessuti pacciamanti per alberi ed arbusti .....	37
2.19.5 Elementi di protezione per alberi forestali ed arbusti – shelter .....	37
2.19.6 Pali di sostegno, ancoraggi, e legature .....	38
2.19.7 Acqua per irrigazione .....	38
2.20 Teli di “geotessile” .....	38
2.21 PROVE DEI MATERIALI .....	40
2.21.1 Certificato di qualità .....	40
2.21.2 Accertamenti preventivi .....	40
2.21.3 Prove di controllo in fase esecutiva .....	40
3. RILIEVI E TRACCIAMENTI .....	42
3.1 Definizioni .....	42

3.2	Campo di applicazione.....	42
3.3	Prescrizioni ed oneri generali.....	42
3.4	Prescrizioni tecniche particolari.....	43
3.5	Materiali e strumentazione.....	43
3.5.1	Vertici.....	43
3.5.2	Poligonal di precisione.....	43
3.5.3	Poligonal secondarie.....	44
3.5.4	Livellazioni di precisione.....	44
3.5.5	Livellazioni tecniche.....	44
3.5.6	Rilievi planoaltimetrici.....	44
3.5.7	Tracciamenti planoaltimetrici.....	45
3.6	Modalità di esecuzione.....	45
3.6.1	Vertici.....	45
3.6.2	Poligonal di precisione.....	45
3.6.2.1	Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi.....	45
3.6.2.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici.....	45
3.6.2.3	Azimut di direzione e orientamento iniziale.....	46
3.6.2.4	Modalità di lettura strumentale e tolleranze.....	46
3.6.2.5	Registrazioni delle misure.....	46
3.6.2.6	Compensazione ed elaborazione dati.....	47
3.6.2.7	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	47
3.6.2.8	Elaborati poligonal di precisione.....	47
3.6.3	Poligonal secondarie.....	47
3.6.3.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi.....	47
3.6.3.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi.....	47
3.6.3.3	Azimut di direzione e orientamento iniziale.....	48
3.6.3.4	Modalità di lettura strumentale e tolleranze.....	48
3.6.3.5	Registrazioni delle misure.....	48
3.6.3.6	Compensazione ed elaborazione dati.....	48
3.6.3.7	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	48
3.6.4	Livellazioni di precisione.....	49
3.6.4.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi.....	49
3.6.4.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi.....	49
3.6.4.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranza.....	49
3.6.4.4	Registrazione delle misure.....	50
3.6.4.5	Compensazione ed elaborazione dati.....	50
3.6.4.6	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	50
3.6.4.7	Elaborati livellazioni di precisione.....	51
3.6.5	Livellazioni tecniche.....	51
3.6.5.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi.....	51
3.6.5.2	Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi.....	51
3.6.5.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranze.....	51
3.6.5.4	Registrazione delle misure.....	51
3.6.5.5	Compensazione di elaborazione dati.....	51
3.6.5.6	Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi.....	51
3.6.5.7	Elaborati livellazioni tecniche.....	52
3.6.6.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi.....	52
3.6.6.2	Orientamento iniziale.....	52

3.6.6.3	Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati .....	52
3.6.6.4	Elaborati rilievi planoaltimetrici .....	54
3.6.7	Tracciamenti planoaltimetrici .....	54
3.6.7.1	Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi ..	54
3.6.7.2	Orientamento iniziale .....	54
3.6.7.3	Calcolo dei valori di tracciamento.....	54
3.6.7.4	Modalità di tracciamento e tolleranze .....	55
3.7	Controlli di qualità .....	55
3.7.1	Controlli generali.....	55
3.7.2	Qualificazione e controlli sul personale .....	56
3.7.3	Controlli sulle attrezzature e documentazioni .....	56
3.7.4	Controlli in corso d'opera .....	57
3.7.4.1	Strumentazione .....	57
3.7.4.2	Capisaldi .....	57
4.	BONIFICA ORDIGNI BELLICI .....	58
4.1	Premessa.....	58
4.2	Definizioni .....	58
4.3	Norme di misurazione .....	58
4.4	Prescrizioni ed oneri generali.....	58
4.4.1	Bonifica superficiale .....	59
4.4.2	Bonifica profonda.....	59
4.5	Prescrizioni tecniche particolari.....	59
4.6	Materiali e modalità esecutive .....	61
4.6.1	Rimozione della vegetazione .....	61
4.6.2	Scavo per il recupero degli ordigni bellici .....	62
4.7	Oneri per la sicurezza.....	63
4.8	Collaudo .....	63
5.	ASSISTENZA ARCHEOLOGICA .....	64
5.1	Generalità .....	64
6.	DEMOLIZIONI .....	65
6.1	Prescrizioni ed oneri generali.....	65
6.2	Strutture in calcestruzzo e cemento armato .....	66
6.3	Taglio e demolizione di pavimentazione stradale.....	66
6.4	Parti strutturali in elevazione, orizzontali e verticali .....	67
6.5	Parti strutturali interrato, palificazioni e tiranti .....	68
6.6	Fognature .....	68
6.7	Serramenti .....	69
6.8	Controsoffitti.....	69
6.9	Tamponamenti e intercapedini.....	70
6.10	Sottofondi.....	71
6.11	Manti impermeabilizzanti e coperture discontinue.....	71
6.12	Sporti, aggetti, cornicioni e manufatti a sbalzo.....	72
6.13	Lattoniere .....	72
6.14	Canne fumarie e fumaioli.....	73
6.15	Manufatti in amianto cemento <sup>2</sup> .....	73
6.16	Muri di sostegno e massicciate varie .....	75

7.	MOVIMENTI MATERIE .....	77
7.1	DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI .....	77
7.2	NORME DI MISURAZIONE .....	77
7.3	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI .....	78
7.4	PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI .....	79
7.4.1	Diserbamento e scoticamento .....	79
7.4.2	Scavi .....	80
7.4.2.1	Scavi di sbancamento .....	82
7.4.2.2	Scavi di fondazione .....	83
7.4.3	Rinterri e/o bonifiche .....	84
7.4.3.1	Bonifica .....	84
7.4.3.2	Rinterri .....	85
7.4.3.3	Sistemazione superficiale .....	85
7.4.4	Rilevati .....	85
7.4.4.1	Formazione del rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali .....	85
7.4.4.2	Piano di imposta dei rilevati .....	86
7.4.4.3	Rilevati stradali .....	87
7.4.4.4	Rilevati rinforzati .....	93
7.4.4.5	Rilevati Speciali Sperimentali .....	94
7.4.5	Stesa dei materiali .....	104
7.4.6	Specifiche di controllo .....	106
7.4.6.1	Disposizioni generali .....	106
7.4.6.2	Controllo dei rilevati .....	107
7.4.6.3	Prove di controllo sul piano di posa .....	113
7.4.6.4	Controllo dei materiali impiegati nel miglioramento e nella stabilizzazione a calce e/o cemento .....	113
7.4.6.5	Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali da demolizione edile .....	114
7.4.6.6	Controllo dei materiali riciclati da rifiuti speciali industriali - scorie .....	114
7.4.6.7	Telo Geotessile "tessuto non tessuto" .....	115
7.4.6.8	Controllo scavi .....	117
8.	VERNICIATURE .....	119
8.1	GENERALITÀ .....	119
8.2	Ciclo <<A>> .....	119
8.3	Ciclo <<B>> .....	121
8.4	Ciclo <<C>> .....	122
8.5	Preparazione del supporto .....	125
8.6	Caratteristiche di resistenza (chimico-fisiche) del ciclo di verniciature anticorrosive .....	125
8.7	Prove di accettazione dei prodotti .....	127
9.	CALCESTRUZZI .....	129
9.1	GENERALITÀ .....	129
9.1.1	Normativa di riferimento .....	130
9.2	CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	131
9.2.1	Durabilità dei calcestruzzi .....	132
9.3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	133
9.3.1	Cemento .....	133

9.3.2	Inerti .....	134
9.3.3	Acqua di impasto.....	136
9.3.4	Additivi e disarmanti.....	137
9.3.5	Additivi fluidificanti, superfluidificanti e iperfluidificanti .....	137
9.3.6	Additivi ritardanti e acceleranti.....	138
9.3.7	Additivi antigelo.....	138
9.3.8	Silice ad alta superficie specifica (Silicafume) .....	139
9.3.9	Additivi antiritiro.....	140
9.4	QUALIFICA PRELIMINARE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI .....	140
9.4.1	Prove in fase di qualifica dei conglomerati cementizi .....	142
9.4.1.1	Prova di resistenza al gelo .....	142
9.4.1.2	Prova del grado di permeabilità all'aria.....	142
9.4.1.3	Prova di assorbimento d'acqua .....	144
9.4.1.4	Prova di scagliatura in presenza di cloruri .....	144
9.4.1.5	Prova di penetrabilità dei cloruri e solfati .....	144
9.5	CONTROLLI IN CORSO D'OPERA .....	144
9.5.1	Inerti .....	144
9.5.2	Resistenza dei conglomerati cementizi .....	145
9.5.3	Controllo della lavorabilità.....	148
9.5.4	Controllo del rapporto acqua/cemento .....	148
9.5.5	Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio .....	148
9.5.6	Controllo del contenuto di aria.....	148
9.5.7	Controllo del contenuto, del tipo e della classe di cemento .....	149
9.5.8	Controllo della Rckj .....	149
9.5.9	Controllo della peso di volume .....	149
9.6	TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE .....	149
9.6.1	Confezione dei conglomerati cementizi.....	149
9.6.2	Trasporto .....	151
9.6.3	Casseforme .....	152
9.6.3.1	Caratteristiche delle casseforme.....	152
9.6.3.2	Pulizia e trattamento.....	153
9.6.3.3	Predisposizione di fori, tracce e cavità.....	153
9.6.4	Posa in opera .....	153
9.6.5	Tolleranze Geometriche .....	155
9.6.6	Riprese di getto.....	156
9.6.7	Posa in opera in climi freddi .....	156
9.6.8	Posa in opera in climi caldi .....	156
9.6.9	Stagionatura e disarmo .....	157
9.6.9.1	Stagionatura.....	157
9.6.10	Maturazione accelerata con trattamenti termici.....	158
9.6.11	Disarmo.....	158
9.6.12	Protezione dopo la scasseratura .....	159
9.6.13	Giunti di discontinuità nelle strutture in conglomerato cementizio.....	159
9.6.13.1	Predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature ed oneri vari.....	160
9.7	ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.....	160
9.7.1	Acciaio ordinario per c.a. ad aderenza migliorata.....	160
9.7.1.1	Controlli sull'acciaio .....	161
9.7.1.2	Lavorazioni in cantiere -Raggi minimi di curvatura .....	162
9.7.1.3	Deposito e conservazione in cantiere .....	162

9.7.2	Acciaio inossidabile per c.a. ad aderenza migliorata .....	162
9.7.3	Acciaio per c.a. ad aderenza migliorata zincato a caldo .....	163
9.7.3.1	Qualità degli acciai da zincare a caldo .....	163
9.7.3.2	Zincatura a caldo per immersione .....	163
9.7.4	Acciaio per c.a.p. ....	165
9.7.4.1	Controlli di accettazione .....	165
9.7.4.2	Fili, barre, trefoli .....	165
9.7.4.3	Cavo inguainato monotrefolo .....	166
9.7.4.4	Ancoraggi della armatura di precompressione .....	166
9.8	TOLLERANZE DI ESECUZIONE .....	166
9.9	PROVE DI CARICO .....	167
10.	CARPENTERIA METALLICA .....	169
10.1	GENERALITÀ .....	169
10.1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	169
10.2	Documentazione .....	169
10.3	Materiali .....	170
10.3.1	Identificazione e rintracciabilità dei materiali .....	170
10.4	Modalità esecutive .....	171
10.4.1	Soggezioni ambientali .....	171
10.4.2	Tolleranze geometriche .....	171
10.4.3	Taglio e cianfrinatura delle lamiere .....	171
10.4.4	Saldature .....	171
10.4.4.1	Classi delle saldature .....	171
10.4.4.2	Specifiche di saldatura .....	173
10.4.4.3	Modalità esecutive .....	173
10.4.5	Unioni Bullonate .....	175
10.4.6	Connettori e parti annegate nei getti .....	176
10.4.7	Durabilità .....	176
10.5	Collaudo tecnologico dei materiali .....	176
10.6	Collaudo dimensionale e di lavorazione .....	176
10.7	Montaggio .....	177
10.8	Prove e controlli in corso d'opera .....	177
10.8.1	Controllo delle saldature .....	178
10.8.2	Controllo delle unioni bullonate .....	178
10.8.3	Controllo dei connettori tipo Nelson .....	179
10.9	Criteri di accettabilità dei difetti .....	179
10.9.1	Estensione dei controlli in caso di esito negativo .....	179
10.10	Collegamenti speciali .....	179
10.11	Personale addetto alle ispezioni e controlli delle saldature .....	179
10.12	Prove di carico e collaudo statico delle strutture in acciaio .....	180
11.	PALI TRIVELLATI .....	180
11.1	Tolleranze geometriche .....	180
11.2	Preparazione del piano di lavoro e generalità .....	180
11.3	Esecuzione del getto .....	182
11.4	Documentazione dei lavori .....	182
11.5	Controlli .....	183
12.	MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO .....	185



12.1	Manufatti prefabbricati di produzione occasionale.....	185
12.2	Manufatti prefabbricati prodotti in serie .....	185
13.	MICROPALI.....	186
13.1	CLASSIFICAZIONE.....	186
13.1.1	Definizioni .....	186
13.1.2	Normative di riferimento .....	187
13.1.3	Preparazione del piano di lavoro.....	188
13.2	TIPOLOGIE ESECUTIVE .....	188
13.2.1	Micropali.....	188
13.2.1.1	Tolleranze geometriche .....	189
13.2.1.2	Tracciamento .....	189
13.2.1.3	Armatura.....	189
13.2.1.4	Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione.....	191
13.2.1.5	Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione.....	192
13.3	PROVE DI CARICO .....	193
13.3.1	Generalità.....	193
13.3.2	Prove di carico su micropali .....	194
13.3.2.1	Prove di carico assiale .....	194
13.3.3	Prove non distruttive .....	195
13.3.3.1	Prove geofisiche .....	196
13.3.3.2	Carotaggio continuo meccanico .....	196
13.3.3.3	Scavi attorno al fusto del palo .....	197
13.4	SPECIFICHE DI CONTROLLO.....	197
13.4.1	Generalità.....	197
13.4.2	Micropali.....	197
14.	PONTI, VIADOTTI E SOTTOVIA .....	200
14.1	GENERALITA'.....	200
14.2	Ponti e viadotti in carpenteria metallica.....	201
14.2.1	Posa in opera manufatti prefabbricati .....	201
14.2.2	Martinetti provvisori .....	201
14.2.3	Collegamenti provvisori con barre tipo Dywidag.....	202
14.2.4	Montaggio .....	202
14.3	Sistema di stralli.....	202
14.4	Verniciature e/o Impermeabilizzazione .....	204
14.5	Apparecchi d'appoggio.....	204
14.5.1	Generalità.....	204
14.5.2	Qualificazione .....	204
14.5.3	Materiali e norme di accettazione .....	205
14.5.4	Prove sui materiali .....	206
14.5.5	Fabbricazione.....	207
14.5.6	Assemblaggio.....	209
14.5.7	Prove di accettazione sul prodotto finito .....	209
14.5.8	Posa in opera .....	210
14.6	Dispositivi di ritegno elastco in neoprene.....	211
14.7	Giunti di dilatazione.....	211
14.8	Dispositivi per lo smaltimento delle acque .....	212
14.9	Specifiche di controllo .....	212
15.	OPERE DI CONSOLIDAMENTO .....	214

15.1	CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE .....	214
15.1.1	Classificazione .....	214
15.1.2	Definizioni .....	214
15.1.2.1	Trattamenti colonnari jetting (jet-grouting) .....	214
15.1.3	Normative di Riferimento .....	214
15.2	TRATTAMENTI COLONNARI JETTING (GET – GROUTING) .....	214
15.2.1	Premessa .....	214
15.2.2	Sistema di gettiniezione normale o monofluido .....	216
15.2.3	Sistema di gettiniezione bifluido .....	216
15.2.4	Sistema di gettiniezione trifluido .....	217
15.2.5	Prove tecnologiche preliminari .....	218
15.2.5.1	Determinazione del diametro medio delle colonne .....	218
15.2.6	Caratteristiche minime dei trattamenti .....	219
15.2.7	Tolleranze .....	220
15.2.7.1	Caratteristiche dei componenti .....	220
15.2.8	Armatura dei trattamenti colonnari .....	221
15.2.9	Documentazione lavori e controlli .....	221
15.2.10	Controlli .....	221
16.	OPERE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI – BERLINESE .....	223
16.1	Generalità .....	223
16.1.1	Principali elementi costitutivi degli ancoraggi .....	223
16.1.1.1	Testata .....	223
16.1.1.2	Armatura .....	223
16.1.1.3	Tratto libero .....	223
16.1.1.4	Fondazione (bulbo di ancoraggio) .....	224
16.1.1.5	Dispositivi di protezione .....	224
16.2	Normativa di riferimento .....	226
16.3	Oneri e prescrizioni generali .....	226
16.4	Prescrizioni tecniche particolari .....	228
16.4.1	Soggezioni geotecniche ed ambientali .....	228
16.4.1.1	Micropali .....	228
16.4.1.2	Ancoraggi .....	230
16.5	Prove tecnologiche preliminari .....	231
16.6	Preparazione del piano di lavoro e tracciamenti .....	232
16.7	Tolleranze di costruzione .....	233
16.8	Materiali .....	234
16.8.1	Armature .....	234
16.8.1.1	Tubi in acciaio .....	234
16.8.1.2	Profilati in acciaio .....	234
16.8.1.3	Gabbie .....	235
16.8.1.4	Trefoli tipo c.a.p. .....	235
16.8.2	Apparecchi di testata .....	236
16.8.2.1	Dispositivi di bloccaggio .....	236
16.8.2.2	Piastre di ripartizione .....	236
16.8.3	Malte e miscele cementizie di iniezione .....	236
16.8.3.1	Caratteristiche dei componenti .....	236
16.8.3.2	Cementi .....	236
16.8.3.3	Inerti .....	236

16.8.3.4	Acqua di impasto.....	236
16.8.3.5	Additivi.....	237
16.8.3.6	Caratteristiche finali delle miscele cementizie e dosaggi.....	237
16.9	Modalità esecutive per i micropali.....	238
16.9.1	Preparazione delle malte e delle miscele cementizie.....	238
16.9.1.1	Caratteristiche di resistenza.....	238
16.9.1.2	Composizione delle miscele cementizie.....	238
16.9.1.3	Composizione delle malte cementizie.....	238
16.9.1.4	Impianti di preparazione.....	238
16.9.2	Micropali a semplice cementazione.....	239
16.9.2.1	Perforazione.....	239
16.9.2.2	Allestimento del micropalo.....	240
16.9.2.3	Cementazione.....	240
16.9.3	Micropali ad iniezioni multiple selettive.....	241
16.9.3.1	Perforazione.....	242
16.9.3.2	Allestimento del micropalo.....	242
16.9.3.3	Iniezione.....	242
16.9.4	Perforazioni con metodo tipo Odex.....	244
16.9.4.1	Generalità.....	244
16.9.4.2	Metodo tipo Odex tradizionale.....	244
16.9.4.3	Metodo tipo Odex trascinato (rotaodex).....	244
16.9.4.4	Metodo tipo Odex con due teste di rotazione.....	245
16.10	Modalità esecutive per gli ancoraggi.....	246
16.10.1	Prescrizioni generali.....	246
16.10.2	Attrezzature.....	246
16.10.2.1	Perforazione.....	246
16.10.2.2	Impianti di miscelazione e pompaggio.....	248
16.10.2.3	Linee d'iniezione.....	249
16.10.2.4	Apparecchiatura di tesatura.....	250
16.10.3	Lavorazioni.....	250
16.10.3.1	Tiranti di ancoraggio.....	250
16.10.3.2	Campo prove preliminare.....	250
16.10.3.3	Perforazione.....	250
16.10.3.4	Allestimento.....	252
16.10.3.5	Iniezione.....	253
16.10.3.6	Tesatura.....	255
16.10.3.7	Bulloni di ancoraggio.....	256
16.10.3.8	Perforazione.....	256
16.10.3.9	Allestimento.....	256
16.10.3.10	Iniezione.....	256
16.10.3.11	Chiodi.....	258
16.10.4	Bulloni attivi ad ancoraggio meccanico.....	258
16.10.4.1	Ancoraggi frizionali a espansione idraulica o similari.....	259
16.10.4.2	Bulloni in acciaio tipo autoproforante.....	261
16.10.4.3	Bulloni costituiti da lamiere, barre o profilati infissi a pressione.....	262
16.11	Controlli di qualità per i micropali.....	263
16.11.1	Generalità.....	263
16.11.2	Controlli di qualità delle miscele e delle malte di iniezione.....	264
16.11.3	Prove di carico.....	264

16.11.3.1	Generalità .....	264
16.11.3.2	Definizioni.....	265
16.11.3.3	Normative e specifiche di riferimento.....	265
16.11.3.4	Numero ed ubicazione dei micropali di prova .....	265
16.11.3.5	Caratteristiche dei micropali di prova .....	265
16.11.3.6	Scelta dei carichi di prova .....	265
16.11.3.7	Attrezzature e dispositivi di prova.....	265
16.11.3.8	Preparazione della prova .....	266
16.11.3.9	Programma di carico .....	267
	1° Ciclo .....	267
	2° Ciclo .....	267
	3° Ciclo .....	267
16.11.3.10	Documentazione delle prove.....	268
16.12	CONTROLLI DI QUALITÀ RELATIVI AGLI ANCORAGGI.....	270
16.12.1	Generalità .....	270
16.12.2	Ancoraggi.....	270
16.13	MISCELE DI INIEZIONE .....	271
16.14	PROVE DI CARICO .....	272
16.14.1	Prescrizioni generali.....	273
16.14.1.1	Prove di carico a rottura .....	273
16.14.1.2	Prove di rottura sui tiranti.....	274
16.14.1.3	Prove di rottura sui bulloni di ancoraggio .....	275
16.14.1.4	Prove di collaudo.....	275
16.15	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PROIETTATO .....	276
16.15.1	Definizioni.....	276
16.15.2	Normativa di riferimento.....	276
16.15.3	Norme di misurazione .....	276
16.15.4	Prescrizioni ed oneri generali.....	277
16.15.5	Campo prova .....	277
16.15.5.1	Programmazione dei getti.....	277
16.15.6	Prescrizioni tecniche particolari.....	277
16.15.7	Caratteristiche dei materiali .....	278
16.15.7.1	Cemento.....	278
16.15.7.2	Aggregati.....	278
16.15.7.3	Acqua.....	279
16.15.7.4	Additivi.....	279
16.15.7.5	Aggiunte .....	280
16.15.7.6	Armature metalliche.....	281
16.15.7.7	Fibre sintetiche .....	281
16.15.8	Caratteristiche della miscela base .....	281
16.15.8.1	Composizione della miscela.....	281
16.15.9	Modalità di esecuzione.....	282
16.15.9.1	Confezione della miscela nel processo per via secca.....	282
16.15.9.2	Confezione della miscela nel processo per via umida.....	283
16.15.9.3	Trasporto .....	283
16.15.9.4	Attrezzature per la posa in opera.....	283
16.15.9.5	Posizionamento dell' armatura e inserti .....	285
16.15.9.6	Proiezione.....	286
16.15.9.7	Finitura della superficie.....	286

16.15.9.8	Stagionatura e protezione .....	286
16.15.10	Controlli di qualità .....	287
16.15.10.1	Controlli di conformità .....	287
16.15.10.2	Prove sulla miscela base .....	287
16.15.10.4	Prove e controlli durante la proiezione .....	288
16.15.10.5	Dosaggio degli additivi per la proiezione .....	288
16.15.10.6	Verifica dello sfrido .....	289
16.15.10.7	Spessore .....	289
16.15.10.8	Prove sul calcestruzzo proiettato giovane .....	289
16.15.10.9	Prove sul calcestruzzo proiettato indurito .....	291
16.15.11.1	Determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione .....	292
16.15.11.2	Resistenza ai cicli di gelo/disgelo .....	292
16.15.11.3	Determinazione del contenuto di fibre .....	292
16.15.11.4	Calcestruzzo fresco .....	292
16.15.11.5	Calcestruzzo indurito .....	293
16.15.11.6	Espressione dei risultati .....	293
17.	IMPERMEABILIZZAZIONE MANUFATTI .....	295
17.1	GENERALITÀ .....	295
17.2	Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretano spruzzata in opera .....	296
17.2.1	Primer di adesione .....	296
17.2.2	Membrana impermeabilizzante sintetica elastica spruzzata in opera .....	296
17.2.3	Mano d'attacco per il collegamento della membrana .....	297
17.2.4	Modalità di applicazione .....	297
17.3	Cappa di mastice di asfalto sintetico .....	298
17.3.1	Materiali .....	298
17.3.2	Modalità di applicazione .....	299
17.3.3	Modalità di preparazione del mastice di asfalto sintetico .....	300
17.4	Guaine bituminose preformate armate .....	301
17.4.1	Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione .....	301
17.4.1.1	Primer di adesione al supporto .....	301
17.4.1.2	Massa bituminosa della guaina .....	302
17.4.1.3	Armatatura delle guaine .....	302
17.4.2	Guaina preformata .....	303
17.4.3	Modalità di posa in opera e prove sul prodotto finito .....	303
17.5	Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non tessuto .....	304
17.5.1	Materiali .....	304
17.5.2	Modalità esecutive .....	305
17.6	Vernici bicomponenti in catrame e resine epossidiche .....	305
17.6.1	Pianificazione .....	305
17.6.2	Elementi protettivi dalla corrosione dell'impalcato .....	306
17.6.3	Materiali .....	306
17.6.3.1	Graniglia metallica .....	306
17.6.3.2	Abrasivo minerale .....	306
17.6.3.3	Impermeabilizzante .....	307
17.6.4	Esecuzione del lavoro .....	307

17.6.4.1	Preparazione della superficie.....	307
17.6.4.2	Applicazione di impermeabilizzante .....	307
17.7	SPECIFICHE DI CONTROLLO.....	308
17.8	Prove di accettazione .....	308
17.9	Controlli sulla posa in opera .....	308
18.	PAVIMENTAZIONI .....	310
18.1	GENERALITA' .....	310
18.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	310
18.3	NORME DI MISURAZIONE .....	312
18.4	PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI .....	313
18.5	TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE.....	314
18.6	RIMOZIONE DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE .....	316
18.6.1	Operazioni preliminari .....	316
18.6.2	Fresatura.....	316
18.6.3	Demolizione.....	316
18.6.4	Accorgimenti operativi .....	316
	Controlli .....	317
18.7	STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE .....	318
18.7.1	Materiali costituenti e loro qualificazione .....	318
18.7.2	Miscela di aggregati.....	319
18.7.3	Modalità esecutive .....	319
18.8	STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO .....	324
18.8.1	Materiali costituenti e loro qualificazione .....	324
18.8.2	Modalità esecutive .....	326
18.9	STRATO DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE.....	333
18.9.1	Materiali costituenti e loro qualificazione .....	333
18.9.2	Modalità esecutive .....	336
18.10	STRATO DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSOS AD ELEVATA DURATA A FATICA.....	341
18.10.1	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	341
	Modalità esecutive .....	343
18.11	REALIZZAZIONE DELLA MANO D'ATTACCO CON EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO .....	349
18.11.1	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	349
18.11.2	Modalità esecutive .....	350
18.12	STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATA RESISTENZA ALL'ORMAIAMENTO.....	351
18.12.1	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	351
18.12.2	Modalità esecutive .....	353
18.13	STRATO DI COLLEGAMENTO/USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE .....	359
18.13.1	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	359
18.13.2	Modalità esecutive .....	362
	STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DEL TIPO "SPLITTMASTIX".....	368
18.14.1	Materiali costituenti e loro qualificazione.....	368
18.14.2	Modalità esecutive .....	371
18.15	SIGILLATURA DEI GIUNTI SUPERFICIALI .....	377

19.	BARRIERE METALLICHE, PARAPETTI E RECINZIONI .....	379
19.1	Barriere metalliche .....	379
19.1.1	Accettazione dei materiali.....	380
19.1.2	Qualità dei materiali.....	380
19.1.2.1	Caratteristiche dell'acciaio.....	380
19.1.2.2	Tolleranze dimensionali.....	380
19.1.2.3	Unioni bullonate.....	380
19.1.2.4	Unioni saldate.....	380
19.1.2.5	Zincatura.....	381
19.1.2.6	Caratteristiche della rete e dei fili metallici.....	381
19.1.3	- Modalità d'esecuzione.....	381
19.1.3.1	Barriere per banchine centrali e laterali .....	381
19.1.3.2	Barriere per opere d'arte .....	382
19.1.4	Prove - penali .....	383
19.1.4.1	Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.....	383
19.1.4.2	Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.....	383
19.1.4.3	Penali per irregolarità d'esecuzione .....	383
19.2	Barriere prefabbricate a profilo New Jersey .....	383
19.2.1	Barriera spartitraffico "monofilare" .....	384
19.2.2	Barriera laterale parapetto.....	384
19.2.2.1	Caratteristiche tecniche .....	385
19.2.3	Materiali.....	386
19.2.3.1	Conglomerato cementizio.....	386
19.2.3.2	Acciaio.....	386
19.2.4	Posa in opera.....	386
19.2.5	Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione.....	387
19.2.6	Verifiche .....	387
19.3	Parapetti metallici .....	388
19.3.1	Generalità.....	388
19.3.1.1	Oneri e obblighi dell'Appaltatore .....	388
19.3.1.2	Oneri e obblighi non compresi nella fornitura .....	388
19.3.1.3	Prescrizioni di carattere particolare relative a manufatti in acciaio Disegni d'officina .....	388
19.3.1.4	Identificazione degli elementi .....	388
19.3.1.5	Lavorazioni d'officina .....	389
19.3.1.6	Saldature .....	389
19.3.1.7	Materiali .....	389
19.3.1.8	Norme di esecuzione .....	389
19.3.1.9	Normativa di riferimento.....	389
19.3.1.10	Certificazioni.....	390
19.3.1.11	Criteri di misurazione.....	390
19.3.1.12	Norme di montaggio.....	391
19.3.1.13	Disegni d'officina.....	391
19.3.2	Caratteristiche dei parapetti metallici .....	391
19.3.2.1	Materiali .....	392
19.4	Attenuatori d'urto redirettivi.....	395
19.4.1	Caratteristiche tecniche.....	395
19.4.2	Classe e dimensioni .....	396
19.4.3	Materiali.....	396

19.4.4	Modalità di installazione.....	396
20.	SEGNALETICA VERTICALE, ORIZZONTALE E COMPLEMENTARE .....	397
20.1	Generalità.....	397
20.2	Campo di applicazione.....	398
20.3	Norme di misurazione.....	398
20.4	Qualità, accettazione e provenienza dei materiali.....	400
20.5	Norme di riferimento per l'accettazione dei materiali.....	401
20.5.1	Segnaletica verticale .....	402
20.5.2	Segnaletica orizzontale .....	402
20.6	Prove sui materiali .....	402
20.6.1	Accertamenti preventivi.....	402
20.6.2	Prove di controllo in fase esecutiva .....	403
20.7	Materiali.....	404
20.7.1	Segnaletica verticale .....	404
20.7.1.1	Pellicole.....	405
20.7.1.2	Pannelli integrativi .....	414
20.7.1.3	Staffe e ancoraggi.....	414
20.7.1.4	Cartelli "Nome strada" .....	415
20.7.1.5	Segnali bifacciali in alluminio scatolato .....	415
20.7.1.6	Segnali di direzione urbana e di conferma urbana .....	416
20.7.1.7	Segnali di preavviso o di presegnalazione di grandi dimensioni .....	417
20.7.1.8	Pannelli d'informazione turistica con struttura a bacheca.....	417
20.7.2	Sostegni segnali verticali .....	418
20.7.2.1	Caratteristiche comuni ai sostegni.....	418
20.7.2.2	Paline con anello portadisco o portaquadrello ("Paline tipo Torino")..	419
20.7.2.3	Palina semplice detta "piantana" (Tipo comunemente commerciale)...	419
20.7.2.4	Altri sostegni tubolari.....	419
20.7.2.5	Sostegno tipo palo a C o a rotaia.....	420
20.7.2.6	Particolari sostegni e strutture in profilato di alluminio estruso .....	420
20.7.2.7	Sostegni tipo pali a sbraccio.....	420
20.7.2.8	Pali per tesate e altri tipi di strutture.....	421
20.7.2.9	Portali e portalini .....	421
20.7.2.10	Criteri di posa e dimensioni dei sostegni .....	422
20.7.2.11	Manutenzione dei sostegni.....	422
20.7.2.12	Manutenzione di segnaletica esistente .....	423
20.7.2.13	Scavi e rinterri inerenti la posa di segnaletica verticale.....	423
20.7.2.14	Modalità di posa e rimozione dei sostegni .....	424
20.7.2.15	Trasporto del materiale di risulta alle Pubbliche Discariche.....	425
20.7.2.16	Campionatura dei materiali da fornire.....	425
20.7.3	Caratteristiche della segnaletica orizzontale verniciata .....	426
20.7.3.1	Segnaletica orizzontale con pittura a solvente .....	428
20.7.3.2	Segnaletica orizzontale a base d'acqua .....	435
20.7.3.3	Segnaletica orizzontale a base di acqua bicomponente.....	440
20.7.3.4	Segnaletica orizzontale bicomponente a freddo.....	444
20.7.3.5	Segnaletica orizzontale in termospruzzato plastico (spray plastic).....	449
20.7.3.6	Termo-colato plastico.....	452
20.7.3.7	Laminato elastoplastico rifrangente .....	455
20.7.3.8	Bande ad effetto ottico. ....	456



20.7.3.9	Bande ad effetto acustico .....	456
20.7.3.10	Cancellature e fresature .....	457
20.7.3.11	Verniciatura di banchine provvisorie o simili .....	458
20.7.4	Segnaletica complementare .....	458
20.7.4.1	Delineatori stradali .....	458
20.7.4.2	Barriera tipo "New Jersey" in polietilene rinforzato .....	461
20.7.4.3	Delineatore tipo "indicatore di direzione" in polietilene rinforzato .....	461
20.7.4.4	Colonnine rifrangenti spartitraffico in materiale plastico .....	461
20.7.4.5	Delineatori speciali di ostacolo .....	462
20.7.4.6	Coni h = 32,7 cm. ....	462
20.7.4.7	Coni h = 50 cm. ....	464
20.7.4.8	Occhi di gatto .....	466
20.7.4.9	Dispositivi ad altissima rifrangenza denominati "gemme" .....	468
20.8	Norme tecniche per l'esecuzione dei lavori .....	468
21.	OPERE IDRAULICHE.....	471
21.1	COLLOCAMENTO IN OPERA – NORME GENERALI.....	471
21.2	TUBAZIONI IN GENERE .....	474
21.2.1	Ordinazione.....	475
21.2.2	Accettazione delle tubazioni - Marcatura .....	475
21.2.3	Segnalazione delle condotte.....	476
21.3	POSA DELLE CONDOTTE IN GENERE .....	476
21.3.1	Generalità.....	476
21.3.2	Movimentazione delle tubazioni.....	476
21.3.2.1	Carico, trasporto e scarico .....	476
21.3.2.2	Accatastamento e deposito .....	476
21.3.3	Scavo per la tubazione .....	477
21.3.3.1	Apertura della pista .....	477
21.3.3.2	Scavo e nicchie.....	477
21.3.4	Posa della tubazione.....	478
21.3.4.1	Sfilamento tubi .....	478
21.3.4.2	Posa in opera dei tubi .....	479
21.3.4.3	Giunzione dei tubi .....	480
21.4	PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA.....	481
21.5	RINTERRO.....	481
21.5.1	Rinfianco e rinterro parziale (cavallottamento).....	481
21.5.2	Rinterro e semichiusura del cavo .....	481
21.5.3	Rinterro definitivo.....	482
21.6	SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DAI VIADOTTI .....	482
21.7	TUBAZIONI IN PEAD .....	483
21.8	MESSA IN OPERA DELLE CONDOTTE IN PEAD .....	483
21.8.1	Trasporto ed accettazione dei tubi .....	483
21.8.2	Scarico ed immagazzinamento in cantiere.....	484
21.8.3	Preparazione della trincea .....	484
21.8.4	Preparazione del letto di posa .....	485
21.8.5	Collegamento delle tubazioni .....	487
21.8.6	Riempimento dello scavo.....	489
21.8.7	Collaudo idraulico.....	491
21.9	CONDOTTE IN CLS.....	492

21.10	MESSA IN OPERA DELLE CONDOTTE IN CLS .....	493
21.11	CANALETTE AD EMBRICI.....	495
21.12	CUNETTE/CANALETTE E FOSSI DI GUARDIA IN CLS .....	495
21.13	CADITOIE STRADALI, POZZETTI E CHIUSINI/GRIGLIE .....	496
21.13.1	Caditoie .....	496
21.13.2	Chiusini / griglie.....	496
21.13.3	Pozzetti .....	497
21.14	VASCHE DI SEDIMENTAZIONE E DISOLEAZIONE.....	499
21.14.1	Manutenzione .....	499
21.14.2	Tipologia prevista.....	500
21.15	POZZI DISPERDENTI .....	502
21.16	GARANZIE E DOCUMENTAZIONE .....	503
21.16.1	Garanzia degli impianti .....	503
21.16.2	Prove dell'impianto .....	504
21.16.3	Documentazione.....	504
22.	MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA.....	505
22.1	Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata .....	505
22.2	Montaggio dei manufatti.....	506
22.2.1	A piastre multiple per tombini e sottopassi.....	506
22.2.2	Costipamento laterale e riempimento .....	507
22.3	Controlli .....	507
23.	OPERE DI DIFESA.....	510
23.1	DIFESA DEL CORPO STRADALE.....	510
23.1.1	Disgaggio di massi.....	510
23.1.2	Paramassi .....	510
23.1.3	Rivestimenti di pareti e scarpate.....	511
23.1.3.1	Palificata viva a parete doppia su versante.....	511
23.1.3.2	Rivestimento con rete metallica .....	512
23.1.3.3	Rivestimento mediante impiego di malta di cemento spruzzata .....	512
23.2	DIFESE SPONDALI .....	513
23.2.1	Prismi in conglomerato cementizio .....	513
23.2.2	Massi di roccia .....	514
23.2.3	Materassi in pietrame .....	515
23.2.4	Soglie di fondo.....	517
23.3	OPERE DI DIFESA IN TERRA RINFORZATA .....	517
23.3.1	Generalità.....	517
24.	OPERE A VERDE.....	519
24.1	Pulizia dell'area di cantiere.....	519
24.2	Fornitura e sistemazione di terreno vegetale.....	519
24.3	Rivestimento delle scarpate e delle aree oggetto di recupero ambientale.....	519
24.3.1	Preparazione del terreno .....	520
24.3.2	Concimazioni .....	520
24.3.3	Inerbimenti.....	521
24.3.3.1	Generalità .....	521
24.3.3.2	Inerbimento mediante idrosemina.....	522
24.3.4	Tracciamenti e picchettature .....	523
24.3.5	Estrazione dal vivaio e controllo delle piante .....	524
24.3.6	Precauzioni da prendere fra l'estrazione e la messa a dimora .....	524

24.3.7	Epoca di messa a dimora .....	524
24.3.7.1	Preparazione delle piante prima della messa a dimora.....	525
24.3.8	Messa a dimora .....	525
24.3.8.1	Preparazione di buche per piantagione.....	525
24.3.8.2	Profondità dello strato di terreno per piantumazioni.....	526
24.3.8.3	Messa a dimora di alberi .....	526
24.3.8.4	Messa a dimora di arbusti.....	527
24.3.8.5	Messa a dimora di rampicanti e ricadenti.....	528
24.3.9	Posa in opera di Shelter .....	528
24.3.10	Protezione delle piante esistenti da conservare.....	529
24.3.11	Cure colturali.....	529
24.3.12	Pulizia del piano viabile .....	530
24.4	Irrigazione .....	530
25.	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	531
25.1	Requisiti di rispondenza degli impianti di illuminazione alle norme vigenti .....	531
26.	OPERE PER IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI .....	532
26.1	Punto di connessione in media tensione a 5.5kV .....	532
26.2	Cabina TR autoporto di distribuzione a 5,5kV .....	533
26.3	Alimentazione svincoli e piazzale a 5,5kV .....	534
26.4	Illuminazione svincoli e piazzali.....	534
26.5	Punto di connessione in media tensione a 15kV.....	534
26.6	Cabina Enel Baraccone a 15kV .....	534
26.7	Stazione di servizio .....	535
26.8	Uffici posto operatore e direzione esercizio .....	535
26.9	Uffici OK GOL .....	538
26.10	Uffici posto di controllo centralizzato .....	540
26.11	Stazione di servizio .....	544
26.12	Petrolifera.....	547
26.13	Impianto fotovoltaico .....	549
26.14	Verifiche elettriche.....	550
26.14.1	Riferimenti alle norme vigenti e qualità dei materiali .....	550
26.14.2	Software utilizzati .....	551
26.14.3	Generalità .....	552
26.14.4	Esame a vista.....	552
26.14.5	Verifica qualitativa e quantitativa .....	553
26.14.6	Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti.....	553
26.14.7	Controllo dei collegamenti a terra.....	555
26.14.8	Verifica delle condutture, cavi e connessioni .....	556
26.14.9	Verifica dei dispositivi di sezionamento e comando.....	556
26.14.10	Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione .....	557
26.14.11	Prove di verifica e controlli.....	557
26.14.12	Prova della continuità dei conduttori di protezione .....	557
26.14.13	Prova di funzionamento alla tensione nominale .....	558
26.14.14	Prova di intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva.....	558
26.14.15	Prova di intervento degli interruttori differenziali .....	558
26.14.16	Misura della resistenza di isolamento dell'impianto.....	558

26.14.17	Misura della resistenza del dispersore .....	559
26.14.18	Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto .....	559
26.14.19	Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro.....	559
26.14.20	Misura della caduta di tensione.....	559
26.14.21	Calcoli di controllo.....	559
26.15	Verifiche illuminotecniche.....	560
26.15.1	Generalità .....	560
26.15.2	Esami a vista .....	561
26.15.3	Impianti di illuminazione .....	561
26.15.4	Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità.....	561
26.15.5	Misura di luminanza nel campo visivo .....	561
26.15.6	Abbagliamento .....	561
26.15.7	Misura del contrasto.....	562
27.	IMPIANTI MECCANICI .....	563
27.1	Norme di riferimento.....	563
27.2	Dati tecnici e caratteristiche degli impianti.....	569
27.2.1	Dati climatici.....	569
27.2.2	Impianti di climatizzazione.....	569
27.2.3	Impianti idricosanitari.....	571
27.3	Descrizione delle opere.....	571
27.3.1	Uffici PCC Direzione esercizio e OK GOLD.....	571
27.3.2	Stazione di servizio e petrolifera.....	575
27.4	Schede tecniche materiali.....	581
27.4.1	Caldaia a condensazione .....	581
27.4.2	Refrigeratore d'acqua elettrico con compressori scroll condensazione ad aria con ventilatori elicoidali.....	582
27.4.3	Unita' di trattamento aria .....	584
27.4.4	Umidificatore a vapore elettrico a resistenza.....	587
27.4.5	Scambiatore di calore a piastre .....	588
27.4.6	Impianto di trattamento acqua a doppia colonna .....	589
27.4.7	Bollitore per acqua calda sanitaria.....	590
27.4.8	Elettropompe.....	590
27.4.9	Ventilconvettori verticali .....	591
27.4.10	Ventilconvettori da incasso nel controsoffitto .....	592
27.4.11	Collettori di distribuzione di zona.....	594
27.4.12	Radiatori tubolari in acciaio .....	594
27.4.13	Bocchette immissione ed estrazione aria, serrande di regolazione .....	595
27.4.14	Griglie presa aria esterna ed espulsione .....	596
27.4.15	Silenziatore.....	596
27.4.16	Serrande tagliafuoco.....	597
27.4.17	Valvolame .....	598
27.4.18	Tubazioni in acciaio nero .....	600
27.4.19	Tubazioni in acciaio zincato.....	601
27.4.20	Tubazioni in rame per circuiti acqua calda .....	602
27.4.21	Tubazioni in polietilene per condotte acqua in pressione .....	603
27.4.22	Tubazioni multistrato .....	604
27.4.23	Tubazioni di scarico in pehd .....	605
27.4.24	Coibentazione tubazioni acqua calda .....	606

27.4.25	Coibentazione tubazioni circuito solare .....	607
27.4.26	Coibentazione tubazioni acqua refrigerata e acqua potabile .....	608
27.4.27	Condotte aria .....	609
27.4.28	Coibentazione termica ed acustica per condotte aria .....	612
27.4.29	Staffaggi, punti fissi e verniciature .....	613
27.4.30	Dispositivi di controllo .....	614
27.4.31	Targhette indicatrici .....	615
28.	OPERE EDILI .....	615
28.1	Prescrizioni generali per l'esecuzione, consolidamento e collaudo degli edifici ...	615
28.1.1	Edifici in conglomerato cementizio semplice o armato o precompresso ....	615
28.1.2	Edifici realizzati in acciaio .....	616
28.1.3	Edifici prefabbricati .....	616
28.1.4	Edifici realizzati in zona sismica .....	616
28.1.5	Collaudo degli edifici .....	617
28.2	Strutture portanti .....	617
28.2.1	Strutture di fondazione .....	617
28.2.2	Opere speciali di fondazioni (pali, diaframmi e ancoraggi) .....	618
28.2.3	Strutture di elevazione verticali .....	632
28.2.4	Strutture portanti orizzontali .....	633
28.3	Chiusure .....	635
28.3.1	Chiusure verticali .....	635
28.3.2	Infissi esterni verticali .....	638
28.3.3	Facciate continue vetrate verticali ed inclinate .....	639
28.3.4	Serramenti in metallo tradizionali .....	643
28.3.5	Chiusure orizzontali .....	648
28.4	Partizioni interne .....	655
28.4.1	Partizione interna verticale .....	655
28.4.2	Pareti divisorie a secco interne ed esterne tipologia knauf aquapanel outdoor e indoor o prodotti equivalenti rtizione interna verticale .....	655
28.4.2.1	Introduzione .....	655
28.4.2.2	Tamponatura esterna con Sistema Knauf Aquapane .....	658
28.4.2.3	Parete divisoria esterno-ingresso, W111 realizzata con rivestimento in lastre Aquapanel Outdoor amponatura esterna con Sistema Knauf Aquapane ....	660
28.4.2.4	Parete divisoria con caratteristica di resistenza al fuoco E.I.120 (1) ....	661
28.4.2.5	Parete divisoria Knauf W111 con rivestimento in singolo strato di Lastre Aquapanel Indoor .....	663
28.4.2.6	W312 Parete divisoria con doppio strato di lastre per lato, rivestimento: lastra Knauf Vidiwall sp.12,5 mm, lastra Knauf GKB sp. 12,5mm .....	664
28.4.2.7	Knauf W116-parete per attraversamenti impiantistici .....	665
28.4.2.8	Riferimenti prestazionali delle partizioni interne ed esterne a secco ....	667
28.4.3	Partizione interna orizzontale .....	669
28.4.4	Partizione interna inclinata .....	669
28.4.5	Partizione esterne .....	675
28.4.6	Partizione esterna verticale .....	675
28.4.7	Partizione esterna orizzontale .....	675
28.4.8	Partizione esterna inclinata .....	676
28.5	Prescrizioni tecniche per esecuzione di opere complementari .....	676
28.5.1	Opere in marmo e pietre naturali .....	676

28.5.2	Opere da cementista e stuccatore .....	677
28.5.3	Opere in legno .....	679
28.5.4	Opere da fabbro e serramentista .....	680
28.5.5	Opere da vetraio .....	681
28.5.6	Opere da lattoniere .....	682
28.5.7	Opere da pittore .....	683
28.5.8	Opere di impermeabilizzazione .....	686
28.5.9	Opere di pavimentazione e rivestimento .....	689
28.5.10	Opere varie .....	694

# 1. PREMESSA

## 1.1 Elenco delle sezioni

- Sezione 1: PREMESSA
- Sezione 2: QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI
- Sezione 3: RILIEVI E TRACCIAMENTI
- Sezione 4: BONIFICA ORDIGNI BELLICI
- Sezione 5: ASSISTENZA ARCHEOLOGICA
- Sezione 6: DEMOLIZIONI
- Sezione 7: MOVIMENTO MATERIE
- Sezione 8: VERNICIATURE
- Sezione 9: CALCESTRUZZI
- Sezione 10: CARPENTERIA METALLICA
- Sezione 11: PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO
- Sezione 12: MICROPALI
- Sezione 13: PONTI, VIADOTTI E SOTTOVIA
- Sezione 14: OPERE DI CONSOLIDAMENTO
- Sezione 15: OPERE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI
- Sezione 16: IMPERMEABILIZZAZIONE DEI MANUFATTI
- Sezione 17: PAVIMENTAZIONI
- Sezione 18: BARRIERE METALLICHE, PARAPETTI E RECINZIONI
- Sezione 19: SEGNALETICA
- Sezione 20: OPERE IDRAULICHE
- Sezione 21: MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA
- Sezione 22: OPERE DI DIFESA
- Sezione 23: OPERE A VERDE
- Sezione 24: IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA
- Sezione 25: OPERE PER IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI
- Sezione 26: IMPIANTI MECCANICI
- Sezione 27: OPERE EDILI

## 1.2 Norme tecniche di riferimento

I lavori descritti nelle varie Sezioni del presente CSA dovranno essere eseguiti in conformità alla normativa tecnica vigente. Si segnala, tra le altre, l'assoluta necessità del rispetto delle seguenti norme (compresi eventuali successivi aggiornamenti):

- Decreto Ministeriale 09/01/1996: Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- 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 DII43-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive loads".
- DIN4150.
- Circolare Ministero dei Lavori Pubblici 26/11/1996: "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- UNI 7208 – DM 20/11/1984 – DM 03/06/1968.
- UNI 8520.
- Raccomandazioni API-RP13B per la determinazione delle caratteristiche dei fanghi di perforazione.
- Raccomandazioni AICAP "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce".
- Circolare Ministero LL.PP. n. 27996 del 31/10/1986.
- D.M del 27/07/1985 – parte II – par. 2.5.
- DM 14/01/08: "Norme tecniche per le costruzioni".



## 2. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

### 2.1 Condizioni generali di accettazione e caratterizzazione dei materiali

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

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

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

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

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

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

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

### 2.2 Acqua.

Dovrà essere dolce, limpida, esente da tracce di cloruri o solfati, non inquinata da materie organiche o comunque dannose all'uso cui le acque medesime sono destinate e rispondere ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n. 29 del 04/02/2008) in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5 novembre 1971.

### 2.3 Leganti idraulici.

Dovranno corrispondere, come richiamato dal D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n. 29 del 04/02/2008).

I leganti idraulici si distinguono in:

1. **Cementi**. Dovranno corrispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:
  - D.M. 14 gennaio 2008 (S.O. alla G.U. n. 29 del 04/02/2008).
2. **Agglomerati cementizi e calci idrauliche** (di cui all'art. 1 lettera D) e E) della Legge 595/1965). Dovranno rispondere alle caratteristiche tecniche dettate da:

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

#### **2.4 Calci aeree - Pozzolane.**

Dovranno corrispondere alla norma UNI EN 459-1 e 459-2.

#### **2.5 Ghiaie - Ghiaietti - Pietrischi - Pietrischetti - Sabbie per strutture in muratura ed in conglomerati cementizi.**

Dovranno corrispondere ai requisiti definiti della norma UNI EN 12620 norme tecniche alle quali devono uniformarsi le costruzioni in conglomerato cementizio, normale e precompresso, ed a struttura metallica.

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

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

#### **2.6 Pietrischi - Pietrischetti - Graniglie - Sabbie - Additivi da impiegare per pavimentazioni.**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti alla norma UNI EN 13043 ed essere rispondenti alle specificazioni riportate nelle rispettive norme di esecuzione dei lavori.

#### **2.7 Ghiaie - Ghiaietti per pavimentazioni.**

Dovranno corrispondere, come pezzatura e caratteristiche, di cui alla norma UNI EN 13043.

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

#### **2.8 Cordoni - Bocchette di scarico - Risvolti - Guide di risvolto.**

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

## 2.9 Pietre naturali, artificiali e marmi

Secondo quanto prescritto al capitolo 11 delle NTC 2008 gli elementi da impiegarsi nelle murature devono essere conformi alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771 e recare la Marcatura CE. Tutti i materiali, indipendentemente dalla Marcatura CE ovvero da altre qualificazioni nazionali, devono essere accettati dal Direttore dei lavori, anche mediante le prove sperimentali di accettazione; in ogni caso il Direttore dei lavori potrà far eseguire tutte le ulteriori prove che ritenga necessarie ai fini dell'impiego specifico, facendo riferimento alle metodologie indicate nelle norme armonizzate applicabili.

**Pietre naturali.** – Le pietre naturali da impiegarsi nelle murature e in qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta e ripulite da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature e scovre di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui saranno soggette, e devono essere efficacemente aderenti alle malte. Saranno, pertanto, assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

Le pietre da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere prive di fenditure, cavità e litoclasti, essere sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità.

Il tufo dovrà essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo quello pomicioso e facilmente friabile.

L'ardesia in lastre per la copertura dovrà essere di prima scelta e di spessore uniforme; le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa, ed esenti da inclusioni e venature.

**Pietra da taglio** - La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

a grana grossa, se lavorata semplicemente con la punta grossa senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne spigoli netti;

a grana ordinaria, se le facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi;

a grana mezza fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani;

a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina 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 per modo che il giunto fra concio e concio non superi la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di congiunzione dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Impresa dovrà sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature o gli ammacchi si verificassero dopo il momento della posa in opera fino al momento del collaudo.

Proverranno dalle cave che saranno accettate dalla Direzione dei Lavori. Esse dovranno essere sostanzialmente uniformi e compatte, sane e tenaci, senza parti alterate, vene, peli od altri difetti, senza immasticature o tasselli.

**Marmi** - I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, breccie, vene, spaccature, nodi, peli o altri difetti che ne infirmino l'omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature. I marmi colorati devono presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta.

Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, con congiunzioni senza risalti e piani perfetti.

Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere, di norma, lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchina aperta, a libro o comunque ciocata.

Pietre artificiali. - La pietra artificiale, ad imitazione della pietra naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaino scelto sottile lavato, e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica.

Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore di almeno 2 cm, da impasto più ricco formato da cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare.

Le stesse superfici saranno lavorate, dopo completo indurimento, in modo da presentare struttura identica per apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata. Inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni sovrabbondanti rispetto a quelle definitive; queste ultime saranno poi ricavate asportando materia per mezzo di utensili da scalpellino, essendo vietate in modo assoluto le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte di materiale.

I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.

Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi.

La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi le seguenti condizioni:

- inalterabilità agli agenti atmosferici;
- rispetto delle caratteristiche di resistenza assunte a progetto;
- le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, sia con azione lenta e differita; non conterranno quindi né acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

La pietra artificiale, da gettare sul posto come paramento di ossature grezze, sarà formata da rinzaffo ed arricciature in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare.

Quando tale strato deve essere sagomato per formare cornici, oltre che a soddisfare tutti i requisiti sopra indicati, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per raggiungere la perfetta adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate, terse e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni dei giunti con apposito ferro.

Le facce viste saranno ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili di scalpellino o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riportati, ecc. Le pietre da impiegare nelle murature e nei drenaggi, gabbionate, ecc., dovranno essere sostanzialmente compatte ed uniformi, sane e di buona resistenza alla compressione, prive di parti alterate. Dovranno avere forme regolari e dimensioni adatte al loro particolare impiego. Le pietre grezze per murature frontali non dovranno presentare screpolature e peli, dovranno essere sgrossate col martello ed anche con la punta, in modo da togliere le

scabrosità più sentite nelle facce viste e nei piani di contatto in modo da permettere lo stabile assestamento su letti orizzontali e in perfetto allineamento.

## 2.10 Tufi.

Le pietre di tufo dovranno essere di struttura compatta ed uniforme evitando quelle pomiciose e facilmente friabili.

## 2.11 Materiali laterizi.

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al D.M. 20 novembre 1987, alla circolare di 4 gennaio 1989 n. 30787 ed alle norme UNI vigenti (da 8941-1-2-3/87 e UNI EN 771-1/05) nonché alle Nuove Norme Tecniche di cui al D.M. 14/01/2008.

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione:

- debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità;
- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme;
- dare, al colpo di martello, suono chiaro; assorbire acqua per immersione;
- asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco;
- avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

Essi devono provenire dalle migliori fornaci, presentare cottura uniforme, essere di pasta compatta, omogenea, priva di noduli e di calcinaroli e non contorti.

Agli effetti delle presenti norme, i materiali laterizi si suddividono in:

- materiali laterizi pieni, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le piastrelle per pavimentazione, ecc.;
- materiali laterizi forati, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;
- materiali laterizi per coperture, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

I mattoni pieni e semipieni, i mattoni ed i blocchi forati per murature non devono contenere solfati alcalini solubili in quantità tale da dare all'analisi oltre lo 0.5 0/00 di anidride solforica (SO<sub>3</sub>).

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua.

I mattoni da impiegarsi per l'esecuzione di muratura a faccia vista, dovranno essere di prima scelta e fra i migliori esistenti sul mercato, non dovranno presentare imperfezioni o irregolarità di sorta nelle facce a vista, dovranno essere a spigoli vivi, retti e senza smussatura; dovranno avere colore uniforme per l'intera fornitura.

Adeguata campionatura dei laterizi da impiegarsi dovrà essere sottoposta alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori.

Si computano, a seconda dei tipi, a numero, a metro quadrato, a metro quadrato per centimetro di spessore.

## 2.12 Manufatti di cemento.

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

## 2.13 Materiali ferrosi

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

In particolare essi si distinguono in:

- 1) acciai per c.a., c.a.p. e carpenteria metallica: dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086;
- 2) lamierino di ferro per formazione di guaine per armature per c.a.p.: dovrà essere del tipo laminato a freddo, di qualità extra dolce ed avrà spessore di 2/10 di mm;
- 3) acciaio per apparecchi di appoggio e cerniere: dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle Norme Tecniche emanate con D.M. 14 gennaio 2008 in applicazione dell'art. 21 della Legge 5 novembre 1971, n. 1086.

## 2.14 Legnami.

I legnami, da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano, dovranno rispondere ai requisiti di cui al D.M. 14 gennaio 2008, a tutte le prescrizioni di cui alla legislazione ed alle norme UNI vigenti; saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati: dovranno quindi essere di buona qualità, privi di alburno, fessure, spaccature,

esenti da nodi profondi o passanti, cipollature, buchi od altri difetti, sufficientemente stagionati tranne che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme. Possono essere individuate quattro categorie di legname:

Caratteristiche	1 <sup>a</sup> categoria	2 <sup>a</sup> categoria	3 <sup>a</sup> categoria
Tipo di legname	Assolutamente sano	Sano	Sano
Alterazioni cromatiche	Immune	Lievi	Tollerate
Perforazioni da insetti o funghi	Immune	Immune	Immune
Tasche di resina	Escluse	Max spessore mm 3	
Canastro	Escluso	Escluso	
Cipollature	Escluse	Escluse	Escluse
Lesioni	Escluse	Escluse	Escluse
Fibratura	Regolare	Regolare	Regolare
Deviazione massima delle fibre rispetto all'asse longitudinale	1/15 (pari al 6,7%)	1/8 (pari al 12,5%)	1/5 (pari al 20%)
Nodi	Aderenti	Aderenti	Aderenti per almeno 2/3
Diametro	Max 1/5 della dimensione minima di sezione e ( max cm 5)	Max 1/3 della dimensione minima di sezione ( max cm 7)	Max 1/2 della dimensione minima di sezione
Frequenza dei nodi in cm 15 di lunghezza della zona più nodosa	La somma dei diametri dei vari nodi non deve superare i 2/5 della larghezza di sezione	La somma dei diametri dei vari nodi non deve oltrepassare i 2/3 della larghezza di sezione	La somma dei diametri dei vari nodi non deve oltrepassare i 3/4 della larghezza di sezione
Fessurazioni alle estremità	Assenti	Lievi	Tollerate
Smussi nel caso di segati a spigolo vivo	Assenti	Max 1/20 della dimensione affetta	Max 1/10 della dimensione affetta

Nella 4a categoria (da non potersi ammettere per costruzioni permanenti) rientrano legnami con tolleranza di guasti, difetti, alterazioni e smussi superanti i limiti della 3a categoria.

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta, e priva di spaccature sia in senso radiale che circolare.

Il tavolame dovrà essere ricavato dai tronchi più dritti, affinché le fibre non risultino tagliate dalla sega.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente diritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non esca in nessun punto del palo. Dovranno inoltre essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza tra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadri ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

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

I legnami si misurano per cubatura effettiva; per le antenne tonde si assume il diametro o la sezione a metà altezza; per le sottomisure coniche si assume la larghezza della tavola nel suo punto di mezzo.

Il legname, salvo diversa prescrizione, deve essere nuovo, nelle dimensioni richieste o prescritte.

Per quanto riguarda la resistenza al fuoco si fa riferimento alla norma UNI 9504/89 "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in legno", riferibile sia al legno massiccio che al legno lamellare, trattati e non, articolata in:

determinazione della velocità di penetrazione della carbonizzazione;

determinazione della sezione efficace ridotta (sezione resistente calcolata tenendo conto della riduzione dovuta alla carbonizzazione del legno);

verifica della capacità portante allo stato limite ultimo di collasso nella sezione efficace ridotta più sollecitata secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

### **2.15 Bitumi - Emulsioni bituminose.**

Dovranno soddisfare ai requisiti stabiliti nelle corrispondenti alla norma UNI EN 12591.

### **2.16 Bitumi liquidi o flussati.**

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

### **2.17 Polveri di roccia asfaltica**

Le polveri di roccia asfaltica non devono contenere mai meno del 7% di bitume; possono essere ottenute miscelando i prodotti della macinazione di rocce con non meno del 6% e non più del 10% di bitume; possono anche essere trattate con olii minerali in quantità non superiori all'1%.

Ai fini applicativi le polveri vengono distinte in tre categorie (I, II, III).

Le polveri della I categoria servono per la preparazione a freddo di tappeti composti di polvere asfaltica, pietrischetto ed olio; le polveri della II categoria servono per i



conglomerati, gli asfalti colati e le mattonelle; le polveri della III categoria servono come additivi nei conglomerati e per aggiunte ai bitumi ed ai catrami.

Le polveri di I e II categoria devono avere finezza tale da passare per almeno il 95% dal setaccio 2, U.N.I. - 2332.

Le polveri della III categoria devono avere la finezza prescritta per gli additivi stradali (norme C.N.R.).

Le percentuali e le caratteristiche dei bitumi estratti dalle polveri devono corrispondere ai valori indicati dalle tabelle riportate dalle Norme del C.N.R. Ed. 1956.

## 2.18 Olii asfaltici

Gli olii asfaltici impiegati nei trattamenti superficiali con polveri asfaltiche a freddo vanno distinti a seconda della provenienza della polvere, abruzzese o siciliana, con la quale si devono impiegare e della stagione, estiva od invernale, in cui i lavori si devono eseguire.

Per la stagione invernale si dovranno impiegare olii tipo A, e per quella estiva olii tipo B. Tutti questi olii devono contenere al massimo lo 0,50% di acqua, ed al massimo il 4% di fenoli; le altre caratteristiche, poi, devono essere le seguenti:

- 1) *olii di tipo A (invernale) per polveri abruzzesi*: viscosità Engler a 25°C da 3 a 6; distillato sino a 230°C al massimo il 15%; residuo a 330°C almeno il 25%; punto di rammollimento alla palla e anello 30 ÷ 45°C;
- 2) *olii di tipo A (invernale) per polveri siciliane*: viscosità Engier a 50°C al massimo 10; distillato sino a 230°C al massimo il 10%; residuo a 330°C almeno il 45%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C;
- 3) *olii di tipo B (estivo) per polveri abruzzesi*: viscosità Engier a 25°C da 4 a 8; distillato sino a 230°C al massimo l'8%; residuo a 330°C almeno il 30%; punto di rammollimento alla palla e anello 35 ÷ 50°C;
- 4) *olii di tipo B (estivo) per polveri siciliane*: viscosità Engler a 50°C al massimo 15%; distillato sino a 230°C al massimo il 5%; residuo a 330°C almeno il 50%; punto di rammollimento alla palla e anello 55 ÷ 70°C.

Per gli stessi impieghi si possono usare anche olii derivanti da catrame e da grezzi di petrolio, o da opportune miscele di catrame e petrolio, purché di caratteristiche analoghe a quelle sopra riportate.

In caso di necessità gli olii possono venire riscaldati ad una temperatura non superiore a 60°C.

## 2.19 Materiali per opere in verde.

### 2.19.1 Terra di coltivo

Il materiale da usarsi per il rivestimento delle scarpate e per il ripristino di tutte le aree interferite dalle lavorazioni dovrà essere terreno agrario. La terra di coltivo da utilizzare per il riporto dovrà provenire da aree a destinazione agraria ed essere sottoposta all'approvazione della D.LL., che potrà richiedere anche le eventuali analisi da parte di un laboratorio di comprovata affidabilità tecnica. La terra di coltivo dovrà essere priva di

pietre, tronchi, rami, radici e loro parti che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la messa in opera. La quantità di sostanza organica dovrà essere compresa tra 1% e 5%, il rapporto C/N dovrà essere compreso tra 7,5 e 13 e il pH (misurato in H<sub>2</sub>O) dovrà essere compreso tra 5,5 e 7,5. La quantità di scheletro con diametro maggiore a mm 2 non dovrà eccedere il 10% del peso totale e dovranno essere assenti ciottoli con diametro superiore a cm 4.

### **2.19.2 Concimi**

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

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

Per concimazioni minerali andrà usato concime minerale composto NPK + Mg e microelementi, contenente azoto nitrico e ammoniacale a pronto effetto e azoto ad azione prolungata, presente in percentuale di almeno il 60% dell'azoto totale, prodotto granulare. I concimi minerali devono avere titolo dichiarato ed essere forniti nell'involucro originale della fabbrica. I concimi minerali semplici o complessi usati per le concimazioni dovranno essere di marca nota sul mercato nazionale; avere titolo dichiarato ed essere conservati negli involucri originali della fabbrica.

Il letame potrà essere bovino, equino o ovino, e dovrà essere ben maturo, decomposto per almeno 9 mesi e risultare esente da sostanze nocive.

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

### **2.19.3 Materiale vivaistico**

Si intende tutto il complesso delle piante (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrenti per l'esecuzione del lavoro.

Il materiale vivaistico può provenire da qualunque vivaio, sia di proprietà dell'Impresa sia di altre aziende, purchè l'Impresa ne dichiari la provenienza e questa venga accettata dalla Direzione Lavori. La Direzione Lavori si riserva comunque la facoltà di effettuare visite ai vivai di provenienza delle piante allo scopo di scegliere quelle di miglior aspetto e portamento; si riserva quindi anche la facoltà di scartare quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso, con massa fogliare insufficiente o che a qualsiasi titolo, non ritenga adatte alla sistemazione da realizzare.

In ogni caso prima di effettuare i piantamenti la Ditta dovrà invitare la D.L. a controllare la sua piena responsabilità, l'impresa dovrà pertanto fornire piante coltivate esclusivamente per scopo decorativo di particolare valore estetico, esenti da malattie, parassiti e deformazioni, e corrispondenti per genere, specie, cultivar e caratteristiche dimensionali a quanto specificato, nell'elenco annesso al presente Capitolato e negli elaborati di progetto.

Tutte le piante da fornire saranno etichettate per gruppi omogenei per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie (meglio se di sostanza plastica) sui quali sia stato riportato, in modo leggibile e indelebile, il nome botanico (genere, specie, cultivar o varietà) del gruppo a cui si riferiscono.

Le caratteristiche specifiche con le quali le piante saranno fornite e quelle inerenti alla proiezioni, densità e forma della chioma, alla presenza e al numero di ramificazioni e al

sistema di preparazione delle radici, faranno riferimento alle migliori norme agronomiche e fiorovivaistiche. La parte aerea delle piante deve avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato" o che dimostri una crescita troppo rapida o stentata (per eccessiva densità di coltura in vivaio, per terreno troppo irrigato, per sovrabbondante conciliazione, ecc.)

Per quanto riguarda il trasporto del "materiale vivaistico", l'impresa deve prendere tutte le precauzioni necessarie affinché le piante arrivino sul luogo della sistemazione nelle migliori condizioni possibili, effettuandone il trasferimento con autocarri o vagoni coperti da teloni e dislocandole in modo tale che rami e corteccia non subiscano danni e le zolle non abbiano a frantumarsi a causa dei sobbalzi o per il peso del materiale soprastante.

Il tempo intercorrente tra il prelievo in vivaio e la messa a dimora definitiva (o la sistemazione in vivaio provvisorio) deve essere il più breve possibile. L'Impresa è tenuta a dare alla Direzione dei Lavori, con almeno 48 ore di anticipo, comunicazione scritta dalla data in cui le piante verranno consegnate sul cantiere. Una volta giunte a destinazione, tutte le piante devono essere trattate in modo che sia evitato loro ogni danno non strettamente necessario. In particolare l'impresa curerà che le zolle delle piante (che non possono essere immediatamente messe a dimora), siano tempestivamente coperte con adatto materiale mantenuto sempre umido per impedire che il vento ed il sole possano essiccarle. A tutte le piante dovrà comunque essere assicurata la miglior cura da parte di personale specializzato, bagnandole quanto necessario, fino al momento della piantagione.

#### ***2.19.3.1 Sementi***

L'Impresa dovrà fornire sementi di ottima qualità e rispondenti esattamente a genere e specie richiesta, sempre nelle confezioni originali sigillate munite di certificato di identità ed autenticità con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza stabiliti dalle leggi vigenti. Per evitare che possano alterarsi o deteriorarsi, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

L'eventuale mescolanza delle sementi di diverse specie (in particolare per i tappeti erbosi) secondo le percentuali richieste, qualora non, fosse già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione dei Lavori. Non sono ammesse partite di seme con valore reale inferiore al 20% rispetto a quello dichiarato, nel qual caso l'Impresa dovrà sostituirle con altre che rispondano ai requisiti richiesti. La mescolanza delle specie diverse, secondo le esigenze progettuali, qualora non disponibile in commercio, va effettuata alla presenza della D.L.

Salvo esplicite richieste da parte della Committenza, sarà utilizzato il miscuglio indicato negli elaborati progettuali specifici.

#### ***2.19.3.2 Alberi***

Gli alberi dovranno presentare portamento e dimensioni rispondenti alle caratteristiche richieste dal progetto e tipici della specie, della varietà e della età al momento della loro messa a dimora. Gli alberi dovranno essere stati specificatamente allevati per il tipo di impiego previsto (es. filari, esemplari isolati o gruppi, ecc.). In particolare il fusto e la branche principali dovranno essere esenti da deformazioni, capitozzature, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature, ustioni da sole, cause meccaniche in genere.

La chioma, salvo quanto diversamente richiesto, dovrà essere ben ramificata, uniforme ed equilibrata per simmetria e distribuzione delle branche principali e secondarie all'interno della stessa.

L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane e privo di tagli di diametro maggiore di un centimetro.

Gli alberi dovranno essere normalmente forniti in contenitore o zolla; a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purchè di giovane età e di limitate dimensioni.

Le zolle ed i contenitori (vasi, mastelli di legno o plastica, ecc.) dovranno essere proporzionati alle dimensioni delle piante.

Per gli alberi forniti con zolla o in contenitore, la terra dovrà essere compatta, ben aderente alle radici, senza crepe evidenti con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Le piante in contenitore dovranno essere accuratamente rinvasate in modo da non presentare un apparato radicale eccessivamente sviluppato lungo la superficie del contenitore stesso.

Le zolle dovranno essere ben imballate con un apposito involucro degradabile (juta, paglia, teli, reti di ferro non zincato, ecc.), rinforzato, se le piante superano i 5 metri di altezza, con rete metallica degradabile, oppure realizzato con pellica di plastica porosa o altri materiali equivalenti.

Gli alberi dovranno corrispondere alle richieste del progetto e dell'Elenco Prezzi secondo quanto segue:

- altezza dell'albero: distanza che intercorre fra il colletto e il punto più alto della chioma;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- circonferenza del fusto: misurata ad un metro dal colletto;
- diametro della chioma: dimensione rilevata in corrispondenza della prima impalcatura per le conifere, a due terzi dell'altezza totale per tutti gli altri alberi.

Qualora le piante siano fornite in contenitore, le radici devono risultare, senza fuoriuscirne, pienamente compenstrate in questo. L'apparato radicale deve comunque presentarsi sempre ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane. Le piante devono aver subito i necessari trapianti in vivaio (l'ultimo da non più di due anni) secondo il seguente prospetto:

specie a foglia caduca

- circonferenza fino a 12-15 cm: almeno 1 trapianto
- circonferenza fino a 20-25 cm: almeno 2 trapianti
- circonferenza fino a 30-35 cm: almeno 3 trapianti

specie sempreverdi

- altezza fino a 2-2,5 m: almeno 1 trapianto
- altezza fino a 3-3,5 m: almeno 2 trapianti

- altezza fino a 5 m: almeno 3 trapianti
- e la circonferenza dovrà avere sufficiente sviluppo.

### **2.19.3.3 Arbusti**

Gli Arbusti non dovranno avere portamento filato e dovranno possedere un minimo di 3 ramificazioni alla base e presentarsi dell'altezza prescritta in progetto o in Elenco Prezzi, proporzionata al diametro della chioma e del fusto.

Anche per arbusti l'"altezza totale" sarà rilevata analogamente a quella degli alberi. Il diametro della chioma sarà rilevato alla sua massima ampiezza. Dovranno essere forniti in contenitore o in zolla; a seconda delle esigenze tecniche o della richiesta potranno essere eventualmente consegnati a radice nuda soltanto quelli a foglia decidua, purchè di giovane età e di limitate dimensioni.

Il loro apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Valgono le indicazioni date precedentemente per le radici degli alberi.

### **2.19.3.4 Piante rampicanti e ricadenti**

Dovranno avere almeno due forti getti, essere dell'altezza richiesta (dal colletto all'apice vegetativo più lungo) ed essere sempre fornite in zolla o in contenitore secondo quanto prescritto nell'Elenco Prezzi.

### **2.19.3.5 Talee di salice**

Le talee di salice, da infiggere nel terreno delle palificate a doppia parte, dovranno parimenti risultare allo stato verde e di taglio fresco, tale da garantire il ripollonamento, con diametro minimo di cm. 2. Esse dovranno essere della specie *Salix purpurea* e *Salix viminalis* oppure delle specie e degli ibridi spontanei della zona, fra cui *Salix daphnoides*, *Salix incana*, *Salix pentandra*, *Salix fragilis*, *Salix alba*, ecc.

## **2.19.4 Dischi o tessuti pacciamanti per alberi ed arbusti**

Attorno alle piantine forestali e agli arbusti verrà introdotta, alla base del fusto, una lastra in materiale naturale, biodegradabile (diametro cm 50 ) come elemento di protezione dallo sviluppo di specie infestanti o tessuto in fibra di juta del peso di grammi 600/mq fornito in rotoli.

## **2.19.5 Elementi di protezione per alberi forestali ed arbusti – shelter**

Verrà introdotto un elemento di protezione del fusto denominato shelter. Tale elemento sarà in materiale plastico a rete con maglie rigide di altezza cm 60 per le piantine forestali. Esso andrà posizionato attorno al fusto delle piantine forestali/arbusti, per proteggerli dai piccoli roditori, e dovrà garantire protezione alle piante nei primi due anni. Dovrà permettere, inoltre, con la propria colorazione, una facile individuazione delle piantine

forestali durante le operazioni di sfalcio o di qualsiasi altra lavorazione. L'ancoraggio al terreno sarà garantito dall'utilizzo di una canna di bambù.

L'Impresa, prima della messa a dimora, dovrà presentare i campioni di tali elementi alla D.LL.. Quest'ultima approverà ed indicherà lo shelter ritenuto più adeguato allo specifico utilizzo.

### **2.19.6 Pali di sostegno, ancoraggi, e legature**

Per fissare al suolo gli alberi e gli arbusti di rilevanti dimensioni, l'Impresa dovrà fornire pali di sostegno (tutori) adeguati per numero, diametro ed altezza alle dimensioni delle piante, su indicazione della D.L.. I tutori dovranno essere di legno industrialmente preimpregnati di sostanze imputrescibili.

Analoghe caratteristiche di imputrescibilità dovranno avere anche i picchetti di legno per l'eventuale bloccaggio a terra dei tutori.

Qualora si dovessero presentare problemi di natura particolare (mancanza di spazio, esigenze estetiche, ecc.) i pali di sostegno, su autorizzazione della D.L., potranno essere sostituiti con ancoraggi in corda in acciaio muniti di tendifilo. Le legature dovranno render solidali le piante ai pali di sostegno e agli ancoraggi, pur consentendone l'eventuale assestamento; al fine di non provocare strozzature al tronco, dovranno essere realizzate per mezzo di collari speciali o di adatto materiale elastico (es. cinture di gomma, nastri di plastica, ecc.) oppure, in subordine, con corda di canapa (mai filo di ferro o altro materiale inestensibile). Per evitare danni alla corteccia, potrà poi essere necessario interporre, fra tutore e tronco, un cuscinetto antifrizione di adatto materiale.

### **2.19.7 Acqua per irrigazione**

L'acqua da utilizzare per l'innaffiamento e la manutenzione deve essere assolutamente esente da sostanze inquinanti e da sali nocivi.

L'Impresa, anche se le è consentito di approvvigionarsi da fonti del Committente, rimane responsabile della qualità dell'acqua e deve pertanto provvedere a farne dei controlli periodici. Ad ogni piantamento dovrà seguire la costipazione della terra ed una immediata bagnatura con almeno 15/20 lt di acqua (comunque finché il bacino rifiuta l'acqua).

### **2.20 Teli di "geotessile".**

Il telo "geotessile" avrà le seguenti caratteristiche:

- composizione: sarà costituito da polipropilene o poliestere senza l'impiego di collanti e potrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche costruttive:
  - 1) con fibre a filo continuo;
  - 2) con fibre intrecciate con il sistema della tessitura industriale a "trama ed ordito";
  - 3) con fibre di adeguata lunghezza intrecciate mediante agugliatura meccanica.

Il telo "geotessile" dovrà altresì avere le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche:

- coefficiente di permeabilità: per filtrazioni trasversali, compreso fra 10<sup>-3</sup> e 10<sup>-1</sup> cm/sec (tali valori saranno misurati per condizioni di sollecitazione analoghe a quelle in sito);

- resistenza a trazione: misurata su striscia di 5 cm di larghezza non inferiore a 600 N/5cm<sup>1</sup>, con allungamento a rottura compreso fra il 10% e l'85%. Qualora nei tratti in trincea il telo debba assolvere anche funzione di supporto per i sovrastanti strati della pavimentazione, la D.L. potrà richiedere che la resistenza a trazione del telo impiegato sia non inferiore a 1200 N/5cm o a 1500 N/5cm, fermi restando gli altri requisiti.

Per la determinazione del peso e dello spessore del “geotessile” occorre effettuare le prove di laboratorio secondo le Norme C.N.R. pubblicate sul B.U. n. 110 del 23.12.1985 e sul B.U. n. 111 del 24.12.1985.

## 2.21 PROVE DEI MATERIALI

### 2.21.1 *Certificato di qualità.*

L'Appaltatore, per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di materiali (misti lapidei, conglomerati bituminosi, conglomerati cementizi, barriere di sicurezza, terre, cementi, calce idrauliche, acciai, ecc...) prescritti dalle presenti Norme Tecniche, dovrà esibire, prima dell'impiego, al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i relativi "Certificati di qualità" rilasciati da un Laboratorio ufficiale.

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

I certificati che dovranno essere esibiti tanto se i materiali sono prodotti direttamente, quanto se prelevati da impianti, da cave, da stabilimenti anche se gestiti da terzi, avranno una validità biennale. I certificati dovranno comunque essere rinnovati ogni qualvolta risultino incompleti o si verifichi una variazione delle caratteristiche dei materiali, delle miscele o degli impianti di produzione.

### 2.21.2 *Accertamenti preventivi.*

Prima dell'inizio dei lavori comportanti l'impiego di materiali in quantità superiori a:

- 1.000 m<sup>3</sup> per i materiali lapidei e conglomerati bituminosi,
- 500 m<sup>3</sup> per i conglomerati cementizi,
- 50 t per i cementi e le calce,
- 5.000 m per le barriere.

Il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Appaltatore, disporrà, se necessario (e a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Appaltatore.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

Per tutti i ritardi nell'inizio dei lavori derivanti dalle difformità sopra accennate e che comportino una protrazione del tempo utile contrattuale sarà applicata la penale prevista nell'Art. "Tempo utile per dare compiuti i lavori - penalità in caso di ritardo" delle Norme Generali.

### 2.21.3 *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, che saranno richiesti dalla D.L. e dalla Commissione di collaudo.

In particolare, tutte le prove ed analisi dei materiali saranno eseguite presso un laboratorio ufficiale.

I campioni verranno prelevati in contraddittorio.



Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nel competente Ufficio Compartimentale di SITAF, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore dei Lavori e dell'Appaltatore e nei modi più adatti a garantirne 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.

### 3. RILIEVI E TRACCIAMENTI

#### 3.1 Definizioni

La presente sezione ha lo scopo di descrivere e standardizzare le fondamentali operazioni che si andranno a svolgere nei vari cantieri relativamente a:

- acquisizione dei dati della livellazione base di progetto
- materializzazione dei vertici
- poligonali di precisione
- poligonali secondarie
- livellazione di precisione
- livellazioni tecniche
- rilievi planoaltimetrici
- tracciati planoaltimetrici.

#### 3.2 Campo di applicazione

Le seguenti disposizioni si applicano a tutte le attività oggetto della presente tratta.

#### 3.3 Prescrizioni ed oneri generali

Le operazioni topografiche sono rivolte essenzialmente all'esecuzione di rilievi planoaltimetrici ed al posizionamento di opere d'arte.

Nello svolgimento delle attività potranno essere presenti contemporaneamente più operazioni fra quelle indicate, scelte secondo le necessità operative ed i criteri di buona esecuzione ed espletate nel rispetto delle tolleranze di seguito descritte.

Le operazioni di rilievo e tracciamento saranno quindi supportate da livellazioni di precisione e/o tecniche e da poligonali di precisione e/o secondarie.

Prima di iniziare i lavori di sterro e riporto l'Impresa è obbligata ad eseguire la picchettazione completa del lavoro, e nel caso in cui ai lavori in terra siano connesse opere murarie o in calcestruzzo, dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della conservazione, in entrambi i casi, dei capisaldi di partenza. Detti capisaldi, la cui ubicazione dovrà essere approvata dalla Direzione Lavori, dovranno essere correlati con la rete geodetica nazionale dell'I.G.M.I. e con quella utilizzata per la redazione della cartografia del progetto affidato. Essi costituiranno la base per tutti i lavori topografici in fase di costruzione.

Resta inteso che particolari operazioni dettate dall'aspetto esecutivo delle varie opere (ad esempio conduzione delle frese con laser o distanziometri elettronici motorizzati intertracciati con opportuni software, valutazione dei cedimenti delle centine ecc.) seppur fondamentalmente legate alle tolleranze ed alle modalità operative delle operazioni di seguito descritte, andranno valutate di caso in caso e supportate con integrazioni al presente documento fornite dall'Impresa e soggette all'approvazione della Direzione Lavori.

### 3.4 Prescrizioni tecniche particolari

Sarà cura dell'Impresa provvedere a quanto necessario affinché tutte le Imprese operanti si avvalgano e facciano riferimento ad un'unica rete di capisaldi in tutte le fasi di realizzazione del progetto (indagini, ingegneria, costruzioni, controlli).

L'Impresa è obbligata a recepire la livellazione base assunta dal progetto.

Sarà cura dell'Impresa provvedere a quanto necessario ad evitare manomissioni del reticolo di capisaldi. Nel caso in cui, per esigenze di lavoro o in conseguenza di avvenimenti (anche non dipendenti dall'Impresa) di qualsiasi natura, il reticolo (o singoli capisaldi) risultassero manomessi, sarà cura dell'Impresa provvedere ai necessari ripristini.

Sarà cura dell'Impresa provvedere alla installazione delle modine necessarie a definire con la massima precisione il profilo delle scarpate di scavi e rilevati.

Sarà cura dell'Impresa, ove richiesto, mettere a disposizione della Direzione Lavori e/o del Committente la documentazione, la strumentazione e il personale tecnico e ausiliario necessari per la effettuazione dei rilievi che la stessa ritenesse opportuni per eventuali controlli in fase di costruzione.

La correttezza dei rilievi in corso d'opera e dei tracciamenti delle opere rimane responsabilità dell'Impresa che dovrà, comunque, dimostrare la correttezza a semplice richiesta della Direzione Lavori.

### 3.5 Materiali e strumentazione

Tutta la strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

#### 3.5.1 Vertici

I vertici dovranno essere realizzati con pilastri di calcestruzzo, dovranno essere fissi ed avere ben visibile sulla parte superiore una borchia metallica con l'indicazione del numero del vertice o caposaldo e dell'Ente (la Committente).

#### 3.5.2 Poligonali di precisione

Possono essere utilizzati teodoliti che consentano la lettura angolare non superiore ai due secondi centesimali, accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm$  mm 3 + 2 ppm. In alternativa sarà possibile utilizzare total station con prestazioni analoghe.

Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore a 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente. In zone con manifesti ed insormontabili ostacoli alla visibilità sarà possibile ricorrere all'uso di apparecchiature GPS.

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

### ***3.5.3 Poligonali secondarie***

Per tutti i lavori di poligonazione secondaria potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai dieci secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm$  mm 5+5 ppm o, in alternativa, total station di prestazioni analoghe. Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

La strumentazione deve essere verificata prima dell'inizio delle operazioni di tracciamento. La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

### ***3.5.4 Livellazioni di precisione***

Il livello impiegato nella livellazione dovrà avere: micrometro a lastra piana - parallela per la misura diretta delle frazioni di graduazione della stadia, ingrandimento non inferiore a 30x, livella con centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a 30" per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante che assicuri una precisione della linea di mira non inferiore a 0,4", stato di rettifica verificato giornalmente prima dell'inizio dei lavori. Potranno essere utilizzati livelli elettronici con registratore automatico dei dati purché assicurino prestazioni equivalenti. Le coppie di stadie dovranno avere graduazione centimetrata o mezzo - centimetrata su nastro di acciaio sottoposto a tensione costante, lunghezza di un solo pezzo, bolla che ne permette la posa verticale con l'approssimazione di qualche primo, puntale d'appoggio sui capisaldi sferici, piastra trasportabile per le battute intermedie di peso e stabilità sufficiente.

La Direzione Lavori si riserva di chiedere all'Impresa la presentazione dei certificati di taratura della strumentazione rilasciati da laboratori riconosciuti idonei dalle due parti e subito antecedenti l'inizio delle attività topografiche date in appalto.

### ***3.5.5 Livellazioni tecniche***

La livellazione verrà eseguita utilizzando un livello con ingrandimento non inferiore a 30 x, livella con centramento a coincidenza di sensibilità non inferiore a 30" per 2 mm di spostamento o compensatore autolivellante che assicuri una precisione della linea di mira non inferiore a 0,4", stato di rettifica verificato giornalmente prima dell'inizio dei lavori. Potranno essere utilizzati livelli elettronici con registratore automatico dei dati purché assicurino prestazioni equivalenti.

Per livellazioni tecniche che necessitino di strumenti o procedure differenti andrà richiesta apposita autorizzazione alla Direzione Lavori (per tipologia di situazioni) specificando i motivi e l'ambito di applicazione.

La coppia di stadie dovrà avere graduazione centimetrata su legno o metallo o fibra di vetro e livella sferica per la posa verticale.

### ***3.5.6 Rilievi planoaltimetrici***

Per tutti i lavori di rilievo planoaltimetrico potranno essere utilizzati teodoliti con s.q.m. non superiore ai quindici secondi centesimali accoppiati a distanziometri elettronici di precisione non inferiore a  $\pm$  mm 5+5 ppm o, in alternativa, total station di prestazioni

analoghe. Giornalmente si dovrà verificare che l'indice zenitale presenti un errore di posizione inferiore ai 20 secondi centesimali e che le funzioni di correzione automatica per la curvatura terrestre, altitudine media e indice di rifrazione siano impostate correttamente.

Per quanto riguarda i livelli valgono le prescrizioni date al paragrafo: "Livellazioni tecniche".

Per il rilievo di particolari o di manufatti in genere potranno essere utilizzati nastri metallici centimetrati, canne metriche o metri.

### **3.5.7 Tracciamenti planoaltimetrici**

Vale quanto riportato al paragrafo 3.5.2 "Poligonali di precisione".

## **3.6 Modalità di esecuzione**

### **3.6.1 Vertici**

E' obbligo dell'Impresa lo studio, il posizionamento e la realizzazione, partendo da punti di riferimento noti e ben visibili sul territorio, di un reticolo di vertici da utilizzare per i tracciamenti e/o per i controlli plano-altimetrici delle opere da eseguire; quanto sopra si intende applicabile a partire dalle attività connesse con la campagna geotecnica.

Per ogni vertice deve essere redatta una apposita monografia contenente tutte le informazioni idonee a permettere di rintracciarne la posizione. Detta monografia dovrà essere corredata da uno schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti particolari ben riconoscibili sul territorio.

E' obbligo dell'Impresa il reperimento di tutti i dati di partenza per l'esecuzione dei reticoli dei vertici.

### **3.6.2 Poligonali di precisione**

#### **3.6.2.1 Scelta dei vertici di partenza e controllo della conformità degli stessi**

Si assumeranno come vertici di partenza quelli delle reti principali e di raffittimento o i nuovi punti trigonometrici posizionati in precedenza, tramite triangolazioni di precisione, verificando che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo e che siano conformi alle monografie.

Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, tale vertice verrà scartato riferendosi ad un altro oppure, si controllerà che il vertice venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un vertice di nuova creazione.

#### **3.6.2.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi vertici**

La materializzazione dei vertici della rete di raffittimento delle poligonali verrà realizzata mediante centrini metallici a testa sferica punzonata, realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisi sulla base la scritta che sarà indicata dalla Direzione Lavori, murati su manufatti in cls di opportuna stabilità (es. murette, fondazioni, pilastri di nuova costruzione di dimensioni cm 40x40 e profondità minima di cm 80 fondati direttamente nel terreno) e protetti, ove necessari, in pozzetti, con piastra metallica di chiusura ricavati nei manufatti in cls o murati su roccia affiorante. Potranno essere inoltre utilizzate mensole e piastre in acciaio per il centramento forzato debitamente fissate ai paramenti di galleria o ai manufatti in cls.

L'identificazione dei nuovi punti avverrà tramite targhette metalliche poste in corrispondenza degli stessi al paramento di galleria o nelle adiacenze per quelli esterni o tramite chiodi infissi nel cls o punzonatura del centrino.

Dette targhette dovranno riportare in maniera indelebile, il numero di identificazione del punto e, se in galleria, anche la progressiva.

### **3.6.2.3 Azimut di direzione e orientamento iniziale**

Per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre vertici della rete di raffittimento. Ove ciò non risulti possibile, previa verifica con la Direzione Lavori, saranno sufficienti 2 vertici.

L'orientamento avverrà al vertice più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento ai vertici più vicini.

L'angolo di orientamento sarà rilevato effettuando almeno sei insiemi di letture angolari con il metodo delle direzioni isolate, differenziando se necessario l'orario delle osservazioni.

### **3.6.2.4 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

I lati della poligonale dovranno avere possibilmente lunghezza costante, compresa fra 300 e 1.000 m; la poligonale non potrà avere sviluppo complessivo superiore a 10 km e non più di 20 vertici di stazione.

Gli angoli azimutali e zenitali verranno determinati attraverso almeno sei strati di letture. Lo scarto massimo fra i valori angolari dei vari strati non dovrà essere superiore ai dodici secondi centesimali.

Le osservazioni che superino tali valori andranno ripetute.

Le tolleranze per l'esecuzione di poligonali o intersezioni multiple per la determinazione di nuovi punti trigonometrici atti all'inquadramento topografico delle stazioni per il tracciamento delle opere saranno le seguenti:

tolleranza angolare  $\Delta\alpha = 0g .0012 \times \sqrt{n}$  dove n è il numero dei vertici;

tolleranza lineare  $\Delta L = 0.009 \times \sqrt{\sum l}$  (km) + 0.003 n + 0.002 x  $\sum l$  (km) dove  $\sum l$  è la sommatoria della lunghezza dei lati ed n è il numero dei vertici.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale dovrà essere ottenuta mediante livellazione geometrica di precisione.

### **3.6.2.5 Registrazioni delle misure**

Prima dell'inizio dei lavori verrà predisposto un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere firmati e numerati dal responsabile della topografia dell'Impresa numerando progressivamente le pagine ed i libretti stessi e vistati dalla Direzione Lavori.

Sui libretti, riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati dall'Impresa in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.

Nel caso di registrazione con supporti magnetici o registratori dati la memorizzazione avverrà di norma per punti con record a lunghezza fissa contenenti i dati di campagna. In quest'ultimo caso i dati registrati andranno stampati a fine giornata di misure e dovrà essere

predisposta una copia di sicurezza degli stessi su supporto digitale che verrà fornito dall'Impresa alla Direzione Lavori.

#### **3.6.2.6 Compensazione ed elaborazione dati**

I dati rilevati per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti di stazione saranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

#### **3.6.2.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per la poligonale di precisione è necessario che l'Impresa predisponga (e fornisca alla Direzione Lavori) le monografie dei vertici che dovranno contenere:

- coordinate rettilinee
- schizzo planimetrico con almeno tre distanze da punti caratteristici stabili e facilmente individuabili sul terreno; in galleria invece verrà indicata la progressiva
- schizzo prospettico o fotografia
- quota del vertice
- data di materializzazione
- numerazione del vertice.

#### **3.6.2.8 Elaborati poligonal di precisione**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

### **3.6.3 Poligonali secondarie**

#### **3.6.3.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi**

Si assumeranno come vertici di partenza i capisaldi delle reti GPS principale e di raffittimento o i nuovi punti trigonometrici posizionati in precedenza verificando che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo e che siano conformi alle monografie o schizzi descrittivi. Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione questo caposaldo verrà scartato riferendosi ad un altro oppure si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

#### **3.6.3.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi**

La materializzazione dei vertici delle poligonali secondarie e delle stazioni di rilevamento e tracciamento avverrà mediante centrini realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo, con inciso alla base l'identificativo alfanumerico e murati su manufatti in cls di buona stabilità, picchetti in legno di dimensioni adeguate muniti di chiodo di stazione o tondini di ferro punzonati debitamente infissi nel terreno, chiodi murati su manufatti in cls o su roccia affiorante.

### **3.6.3.3 Azimut di direzione e orientamento iniziale**

Per il vertice iniziale e quello finale della poligonale verrà calcolato l'azimut di direzione ad almeno tre vertici della rete di raffittimento. Ove ciò non risulti possibile, previa verifica con la Direzione Lavori, saranno sufficienti 2 vertici.

L'orientamento avverrà al caposaldo più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento ai capisaldi più vicini. L'angolo di orientamento sarà rilevato effettuando almeno quattro insiemi di lettura angolari con il metodo delle direzioni isolate, differenziando se necessario l'orario delle osservazioni.

### **3.6.3.4 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

I lati della poligonale dovranno avere possibilmente lunghezza costante compresa tra i 150 e 500 metri; la poligonale non potrà avere sviluppo complessivo superiore ai 3 Km e non più di 15 stazioni.

Gli angoli azimutali e zenitali verranno determinati attraverso almeno tre strati di letture.

Lo scarto massimo tra i valori angolari dei vari strati non dovrà essere superiore a venti secondi centesimali. Le osservazioni che superino tali valori andranno ripetute.

Le tolleranze per l'esecuzione di poligonali secondarie e intersezioni multiple per la determinazione di nuovi punti trigonometrici atti all'esecuzione di rilievi celerimetrici ed al tracciamento delle opere saranno le seguenti:

Tolleranza angolare  $\Delta\alpha = 0g.0020 \times \sqrt{n}$  dove n è il numero dei vertici della poligonale;

Tolleranza lineare  $\Delta L = 0.015 \times \sqrt{\sum l} \text{ (Km)} + 0.005 \times n + 0.005 \times \sum l \text{ (km)}$  dove  $\sum l$  è la sommatoria della lunghezza dei lati ed n il numero dei vertici della poligonale.

La posizione altimetrica dei vertici della poligonale sarà ottenuta secondo una delle due procedure seguenti:

- Determinando il dislivello tra le successive coppie di punti con osservazioni zenitali, effettuando la collimazione reciproca e mediando successivamente i valori calcolati in andata e ritorno. Verranno eseguiti almeno quattro strati di lettura per ogni punto collimato e gli angoli ottenuti, per essere mediabili dovranno presentare uno scarto inferiore a venti secondi centesimali
- Mediante livellazione tecnica.

### **3.6.3.5 RegISTRAZIONI delle misure**

Vale quanto riportato al par. 3.6.2.5.

### **3.6.3.6 Compensazione ed elaborazione dati**

I dati rilevati per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti di stazione saranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

### **3.6.3.7 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per i vertici delle poligonali secondarie se necessario l'Impresa predisporrà (e fornirà alla Direzione Lavori) uno schizzo planimetrico atto a permetterne l'identificazione, questo dovrà contenere:

- coordinate rettilinee;



- distanza del vertice da almeno tre punti caratteristici, stabiliti e facilmente individuabili sul terreno; in galleria invece verrà indicata la progressiva;
- data di materializzazione;
- quota del vertice;
- schizzo prospettico o fotografia;
- numerazione.

#### **3.6.3.8 Elaborati poligonali secondarie**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo dell'orientamento iniziale e della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

#### **3.6.4 Livellazioni di precisione**

##### **3.6.4.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi**

All'atto delle operazioni di livellazione si controllerà che i capisaldi di riferimento di partenza prescelti siano conformi a quanto indicato nelle monografie e che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo.

Nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, questo caposaldo verrà scartato riferendosi ad un altro, oppure, si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione.

##### **3.6.4.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi**

La materializzazione dei capisaldi della livellazione verrà realizzata mediante pilastri di calcestruzzo eseguiti in opera, di sezione di cm 30x30 fondati direttamente nel terreno a profondità non inferiore a cm 40, completi di centrini metallici a testa sferica, realizzati in metallo (o lega metallica) anticorrosivo, che porteranno incisa sulla base la scritta indicata dalla Direzione Lavori, murati e con numerazione realizzata sul calcestruzzo. E' obbligatorio l'uso di pilastri quando i vertici da materializzare ricadono in terreno libero ed in tutti quei casi in cui manchino manufatti ben stabili.

Potranno anche essere realizzati mediante centrini metallici a testa sferica murati su manufatti esistenti o su roccia, in materiale metallico (o lega metallica) anticorrosivo che porteranno incisa sulla base la scritta indicata dalla Direzione Lavori

##### **3.6.4.3 Modalità di lettura strumentale e tolleranza**

La livellazione di precisione sarà condotta con il metodo della livellazione geometrica con battute dal mezzo. In ogni stazione il livello dovrà trovarsi ad uguale distanza dalle due stadi, con approssimazione non superiore al metro, e la distanza tra lo strumento e la stadia non dovrà superare i 40 metri.

La misura del dislivello da caposaldo iniziale a caposaldo finale dovrà essere eseguita in andata e ritorno, in ore e giorni diversi se necessario. In ogni caso bisognerà evitare le ore calde o di foschia e le visuali radenti.

La discordanza tra il dislivello misurato in andata e quello in ritorno, tra caposaldo iniziale e finale, non dovrà superare la tolleranza di  $\text{mm} \pm 6 \sqrt{D}$ , dove D è la distanza espressa in Km.

Nel caso che detta discordanza risultasse superiore si dovrà ripetere la livellazione.

Qualora lungo il percorso della livellazione si trovassero più capisaldi, la livellazione stessa si svilupperà tra ciascuna coppia di questi.

Comunque, la tolleranza tra caposaldo iniziale e caposaldo finale di tutta la livellazione dovrà essere contenuta nel limite anzidetto.

Qualora la linea di livellazione si chiuda a formare un poligono di D chilometri, l'errore di chiusura (ovvero il risultato che si ottiene sommando le medie tra andata e ritorno dei dislivelli misurati sui tratti successivi della linea), non deve essere superiore a  $\text{mm} \pm 3,5 \sqrt{D}$ , dove D è il percorso totale espresso in Km.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo della livellazione di precisione, è fatto obbligo di assicurarsi che la quota del caposaldo sia rimasta invariata nel tempo.

Con la livellazione si dovrà determinare un caposaldo per ogni chilometro di linea livellata, che potrà anche coincidere con i vertici della poligonale.

Per la posa di nuovi capisaldi di livellazione si dovrà comunque prendere per origine almeno due capisaldi di quota nota della livellazione di precisione.

#### ***3.6.4.4 Registrazione delle misure***

Vale quanto riportato al par. 3.6.2.5.

#### ***3.6.4.5 Compensazione ed elaborazione dati***

Per il calcolo delle quote definitive i dati rilevati, che rientrino nelle tolleranze stabilite, verranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e di calcolo.

#### ***3.6.4.6 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi***

Per la livellazione di precisione l'Impresa predisporrà (e fornirà alla Direzione Lavori) la seguente documentazione:

- monografie dei capisaldi ai quali è stata riferita la livellazione e monografie dei capisaldi messi in opera lungo il percorso della nuova livellazione che conterranno:
  - quota del caposaldo al mm;
  - data di materializzazione;
  - numerazione progressiva alfanumerica.
- Inoltre per i capisaldi all'esterno delle gallerie:
  - schizzo planimetrico con l'indicazione di almeno tre distanze da punti caratteristici, stabili e facilmente identificabili sul terreno;
  - schizzo prospettico e fotografia.

### **3.6.4.7 Elaborati livellazioni di precisione**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

### **3.6.5 Livellazioni tecniche**

#### **3.6.5.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo conformità degli stessi**

Vale quanto riportato al par.3.6.4.1.

#### **3.6.5.2 Posizionamento e materializzazione dei nuovi capisaldi**

Vale quanto riportato al par. 3.6.4.2.

#### **3.6.5.3 Modalità di lettura strumentale e tolleranze**

Per la posa di nuovi capisaldi si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota nota da livellazione di precisione; per l'esecuzione di tracciamenti si dovranno prendere per origine almeno due capisaldi di quota comunque nota.

Le distanze tra strumento e stadie non dovranno superare i 40 metri, le battute saranno eseguite dal mezzo con ripetizione della misura in andata e ritorno. Dette misure dovranno succedersi senza intervallo di tempo e con lo stesso operatore. La discordanza tra dislivello misurato in andata e quello misurato in ritorno non dovrà superare la tolleranza di  $mm \pm 18 \sqrt{D}$  dove D è la distanza totale percorsa espressa in Km; qualora la linea di livellazione si chiuda ad anello, l'errore di chiusura non dovrà essere superiore a  $mm \pm 13 \sqrt{D}$ . Nel caso risultasse superiore, si ripeterà la misura del tratto.

Prima di collegare la livellazione con un caposaldo preesistente sarà necessario assicurarsi che la quota del caposaldo di riferimento sia rimasta invariata nel tempo.

#### **3.6.5.4 Registrazione delle misure**

Vale quanto riportato al par. 3.6.2.5.

#### **3.6.5.5 Compensazione di elaborazione dati**

Per il calcolo delle quote definitive i dati rilevati, che rientrino nelle tolleranze stabilite, verranno sottoposti a procedura analitica di compensazione e calcolo.

#### **3.6.5.6 Redazione delle monografie e schizzi planimetrici dei nuovi capisaldi**

Per la livellazione tecnica sarà necessario che l'Impresa predisponga (e fornisca alla Direzione Lavori) la seguente documentazione:

- monografie dei capisaldi della livellazione ai quali è stata riferita la nuova operazione
- monografie dei nuovi capisaldi determinati, comprensive di schizzo planimetrico, schizzo prospettico e fotografia ovvero distanza progressiva, quota, numerazione, data di materializzazione.

#### **3.6.5.7 Elaborati livellazioni tecniche**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico.

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- monografie dei nuovi capisaldi
- libretti di misura o file di campagna
- calcolo della compensazione
- riepilogo delle coordinate risultanti per i capisaldi.

#### **3.6.6 Rilievi planoaltimetrici**

##### **3.6.6.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi**

Vale quanto riportato al par. 3.6.4.1.

##### **3.6.6.2 Orientamento iniziale**

Da ogni punto di stazione, al fine di trasformare le letture degli angoli orizzontali di direzione in angoli azimutali da utilizzare per il calcolo delle coordinate planimetriche dei punti rilevati, si dovrà collimare ad un punto di coordinate note e ricavare l'angolo di correzione per l'orientamento del cerchio orizzontale come differenza tra il valore azimutale calcolato a partire dalle coordinate del punto collimato e del punto di stazione ed il valore corrispondente dell'angolo di direzione letto.

Tale orientamento andrà verificato su un secondo punto di coordinate note e sarà accettato se la differenza angolare non superi i 20 secondi centesimali.

##### **3.6.6.3 Modalità di lettura strumentale e tolleranze, registrazione delle misure, elaborazione dati**

#### **Rilievo celerimetrico**

I punti da rilevare vanno scelti in modo da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno che superi un numero di centimetri pari ad  $N/10$ , con  $N$  uguale al denominatore della scala di restituzione, da poter posizionare ogni manufatto o rete infrastrutturale presente, le linee di confine tra proprietà differenti, le diverse colture e le essenze naturali arborate isolate o in gruppo; in particolare, lungo il tracciato dell'elettrodoto vanno rilevati tutti i punti idonei a definirne la posa e di ogni altro particolare che sarà concordato preventivamente con la Direzione Lavori.

Il rilievo deve essere effettuato per coordinate polari (distanza, angolo di direzione, angolo zenitale, dislivello) a partire da ogni punto di stazione per i punti la cui distanza dal punto

di stazione non superi i 500 m collimando al prisma ed effettuando una singola lettura per ciascuna delle grandezze.

La restituzione cartografica deve avvenire dopo aver trasformato le coordinate polari in coordinate di un riferimento orientato in modo assoluto.

Per ognuno dei punti rilevati vanno registrati su apposito supporto (quaderno di campagna, supporto magnetico o registratore dati) i valori delle grandezze relative idonee alla determinazione della posizione planoaltimetrica rispetto al punto di stazione.

Il piano quotato così ottenuto sarà restituito su adatto supporto cartaceo e magnetico che verranno forniti alla Direzione Lavori.

### Rilievo per sezioni

Ferme restando le norme circa la scelta ed il controllo della conformità dei capisaldi di partenza, il calcolo dell'orientamento iniziale, la scelta della strumentazione e le tolleranze planoaltimetriche per punti isolati e ben individuati sulla restituzione e sul terreno, per quanto riguarda il rilievo di sezioni trasversali all'asse di progetto, la loro posizione verrà materializzata sul terreno tramite tondini di ferro posti alle estremità delle sezioni stesse e dove necessario. Detti tondini saranno adeguatamente sporgenti dal terreno e verniciati di colore intenso per facilitarne il ritrovamento.

Le sezioni si estenderanno per oltre 15 m circa dalla posizione prevista per il limite dei lavori.

Le stazioni di rilievo saranno possibilmente poste sulla linea d'asse della sezione stessa o ad un suo estremo.

In caso contrario esse saranno materializzate come i punti terminali delle sezioni.

Nei due casi, quando necessario, le stazioni di rilievo potranno essere più di una e non necessariamente visibili tra di loro.

Per ogni punto di stazione andrà redatto uno schizzo planimetrico idoneo a permettere di rintracciarne la posizione.

I punti da rilevare dovranno essere scelti in modo tale da registrare ogni variazione dell'andamento altimetrico del terreno compatibilmente con la scala del rilievo (variazione in centimetri pari a  $N/10$  dove  $N$  è uguale al denominatore della scala di restituzione).

Le sezioni trasversali andranno numerate progressivamente e disegnate in scala 1:200 e rese su supporto magnetico da fornire alla Direzione Lavori.

- Tolleranze ed elaborazione dati

a) Per i punti del terreno rilevati sono stabilite le seguenti tolleranze:

i. tolleranza planimetrica tra due punti isolati ben individuabili sulla restituzione grafica e sul terreno:

- scala 1:500             $T_p < \pm 20$  cm
- scala 1:200            $T_p < \pm 10$  cm

ii. tolleranza altimetrica tra due punti analoghi ai precedenti:

- scala 1:500                       $Ta \leq \pm 5 \text{ cm}$
  - scala 1:200                       $Ta \leq \pm 2 \text{ cm}$
- L'elaborazione dei dati sarà eseguita manualmente o tramite software di sperimentata affidabilità; a richiesta detto software sarà fornito alla Direzione Lavori per lo svolgimento delle necessarie operazioni di sorveglianza.
  - Il formato dei file di rilievo e restituzione cartografica sarà conforme a quanto indicato dalla Direzione Lavori

#### ***3.6.6.4 Elaborati rilievi planoaltimetrici***

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- calcolo dell'orientamento iniziale
- libretti di misura o file di campagna
- elaborazione dati manuale e tramite software.

#### ***3.6.7 Tracciamenti planoaltimetrici***

##### ***3.6.7.1 Scelta dei capisaldi di partenza e controllo della conformità degli stessi***

Vale quanto riportato al paragrafo 3.6.4.1.

##### ***3.6.7.2 Orientamento iniziale***

Verrà calcolato l'angolo di direzione ad almeno due capisaldi noti. L'orientamento avverrà al caposaldo più lontano dal punto di stazione e si controllerà la veridicità dell'operazione attraverso l'orientamento al caposaldo più vicino.

##### ***3.6.7.3 Calcolo dei valori di tracciamento***

Verrà eseguito il calcolo dei valori di tracciamento per il posizionamento dei punti di progetto (o riferimento degli stessi) che permettano la corretta esecuzione delle opere od il controllo di apparecchiature e mezzi d'opera, come ad esempio:

- realizzazione di carpenterie
- posizionamento di cassature
- posizionamento di apparecchiature a luce laser per il tracciamento, controllo delle gallerie o guida di macchinari adatti allo scavo delle stesse.

La correlazione tra i dati di progetto e i capisaldi planoaltimetrici dovrà essere documentata in appositi piani di lavoro topografici, redatti e controfirmati dal Topografo Senior responsabile per la topografia completi di tutti i dati analitici e grafici necessari all'immediato posizionamento dei punti per l'esecuzione dell'opera.

#### **3.6.7.4 Modalità di tracciamento e tolleranze**

L'esecuzione del tracciamento planimetrico avverrà per coordinate polari o rettangolari, stazionando su punti di coordinate note.

Al termine delle operazioni di tracciamento delle opere verranno eseguite, dove possibile, misure dirette di controllo sul posizionamento dei riferimenti.

Tutti i riferimenti atti al tracciamento delle opere saranno muniti delle relative indicazioni per l'esecuzione delle stesse che dovranno essere riportate, a seconda dei casi e in maniera inequivocabile, con scritte a vernice di colorazione intensa o pennarello indelebile, poste nelle immediate vicinanze su manufatti, targhette metalliche o picchetti.

Detti riferimenti potranno essere integrati o sostituiti da appositi schizzi o tabelle opportunamente compilate e sottoscritte dal Topografo Senior responsabile per la topografia.

L'esecuzione del tracciamento altimetrico delle opere avverrà tramite livellazione tecnica in andata e ritorno passante per due capisaldi di quota nota.

#### **3.6.7.5 Elaborati tracciati planoaltimetrici**

Per le varie attività verrà predisposta dall'Impresa (e fornita alla Direzione Lavori) la seguente documentazione cartacea e su supporto magnetico:

- grafico su apposita cartografia
- monografie dei capisaldi di partenza
- calcolo dell'orientamento iniziale
- riferimento agli elaborati di progetto
- calcolo dei valori di tracciamento
- schizzi o tabelle di riferimento (se redatte).

#### **3.6.7.6 Squadra topografica**

Il responsabile rilievi dell'Impresa, qualificato come Topografo Senior, si avvarrà della collaborazione di altri Topografi Senior o Junior o Canneggiatori a seconda delle esigenze della specifica attività.

La composizione minima dei gruppi di rilievo dovrà essere comunque la seguente:

il Topografico Senior e fino a 2 Canneggiatori, che dovranno essere messi a disposizione della Direzione Lavori, anche senza preavviso, per ogni operazione di controllo si rendesse necessaria.

### **3.7 Controlli di qualità**

#### **3.7.1 Controlli generali**

Per ogni lavoro di rilevazione topografica effettuata in qualsiasi fase di realizzazione del progetto, si dovrà controllare che sia adottata o si faccia riferimento ad una unica rete di capisaldi.

Tale verifica dovrà essere sempre riportata sui certificati relativi ai lavori topografici.

### **3.7.2 Qualificazione e controlli sul personale**

Il personale dell'Impresa addetto all'uso della strumentazione topografica e allo sviluppo sul terreno dei lavori topografici (triangolazioni, poligonazioni, livellazioni, tracciamenti, ecc.), sarà organizzato in squadre costituite, secondo la composizione stabilita al paragrafo 3.6.7.6, da almeno un Topografo Senior e da Topografi Junior che dovranno possedere i seguenti requisiti:

a. Topografo Senior

Titolo di studio minimo: Geometra o equivalente;

Esperienza lavorativa minimo: 5 anni;

Conoscenza e padronanza degli strumenti impiegati;

Conoscenza specifica della normativa I.G.M.I. e della documentazione contrattuale

Conoscenza specifica dei metodi di calcolo

b. Topografo Junior

Titolo di studio minimo: Geometra o equivalente;

Esperienza lavorativa: 2 anni;

Conoscenza e padronanza degli strumenti impiegati;

Conoscenza della normativa I.G.M.I. e della documentazione contrattuale

Conoscenza dei metodi di calcolo

I suddetti requisiti dovranno essere documentati da un curriculum dettagliato riportante le esperienze specifiche, con riferimento alla strumentazione utilizzata, da consegnare alla Direzione Lavori

L'idoneità del personale dovrà essere certificata alla Direzione Lavori da parte dell'Impresa.

Copia delle certificazioni saranno allegate al dossier di qualifica del rilievo o dell'opera a cui si riferisce il lavoro topografico.

### **3.7.3 Controlli sulle attrezzature e documentazioni**

Copia dei certificati di taratura saranno allegati al dossier di qualifica del rilievo o dell'opera a cui si riferisce il lavoro topografico.

Il Responsabile rilievi dell'Impresa avrà inoltre cura di predisporre un adeguato numero di libretti di misura, che dovranno essere autenticati e vidimati, numerando progressivamente le pagine e i libretti stessi, da parte della Direzione Lavori e/o del Committente.

Sui libretti, riempiti senza pagine bianche, i dati dovranno essere riportati in maniera indelebile e senza cancellazioni invisibili.



### **3.7.4 Controlli in corso d'opera**

#### **3.7.4.1 Strumentazione**

Si dovrà verificare, prima di iniziare il lavoro topografico l'efficienza della strumentazione. Il risultato del controllo da effettuarsi in contraddittorio con la Direzione Lavori sarà annotato nella documentazione con il risultato del lavoro topografico.

#### **3.7.4.2 Capisaldi**

Al momento in cui verranno stabiliti dei nuovi capisaldi, si dovranno effettuare i seguenti controlli:

- che i capisaldi di riferimento di partenza prescelti siano conformi a quanto indicato precedentemente e che non presentino danneggiamenti o alterazioni di alcun tipo; nell'eventualità che si sia verificato un danneggiamento o una rimozione, si controllerà che il caposaldo venga ripristinato con le stesse modalità e cura di un caposaldo di nuova creazione, compresa la redazione di ulteriori documenti e certificati da allegare al dossier di qualifica del ripristino.
- che i capisaldi di nuova creazione siano conformi e muniti di quanto indicato al punto 3.6.2.2 della presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto, in particolare:
  - borchie su manufatti stabili nel terreno;
  - realizzati con pilastri in cemento;
  - corredati della monografia descrittiva.

L'esito dei controlli sarà annotato sul certificato previsto e consegnato alla Direzione Lavori.

## 4. BONIFICA ORDIGNI BELLICI

### 4.1 Premessa

Con la dicitura "Bonifica da Ordigni Bellici" si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnescamento e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione oggetto del presente Capitolato.

Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal presente Capitolato. In caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, potranno prevalere, con l'accordo della DL, su quelle del presente Capitolato.

### 4.2 Definizioni

- Con "bonifica da ordigni bellici" (BOB) si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnescamento e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione del caviodotto oggetto del presente capitolato tecnico.
- Con "bonifica superficiale" si intende la BOB eseguita fino a 1 m di profondità e con "bonifica profonda" quella oltre 1 m di profondità.
- Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

### 4.3 Norme di misurazione

L'attività di bonifica bellica di cui al presente appalto è ricompresa e compensata nelle relative voci di elenco prezzi che regolano la realizzazione dell'opera oggetto del presente Capitolato.

Per quanto riguarda ulteriori attività diversamente regolate, la misurazione della bonifica da ordigni bellici ai fini dell'applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro quadrato di terreno bonificato.

### 4.4 Prescrizioni ed oneri generali

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, nonché di quanto prescritto dal presente CSA, ovvero in base alla documentazione più aggiornata alla data dell'esecuzione dei lavori. In particolare, in caso di conflitto tra le informazioni contenute nei vari documenti, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, prevarranno su quelle del presente CSA.

#### **4.4.1 Bonifica superficiale**

Fatta salva ogni disposizione della Direzione Genio Militare, la bonifica superficiale verrà eseguita su tutta l'impronta dei sedimi stradali e delle opere previste nei lavori di costruzione di cui al presente Capitolato, coordinando la stessa con quanto propedeuticamente eseguito nell'ambito delle opere del sito della Maddalena, fuori dalle competenze SITAF.

#### **4.4.2 Bonifica profonda**

Secondo le disposizioni e le approvazioni del progetto (maglie di perforazione o altra metodologia) da parte della Direzione Genio Militare, la bonifica profonda verrà eseguita su tutta l'impronta di qualsiasi intervento ed opera eseguita in profondità, quali (a titolo non esustivo) pali, scatolari e cassoni, gallerie (naturali e/o meccanizzate), Interventi di consolidamento, scavi profondi, strumentazione di controllo (estensimetri, inclinometri, ecc.) ecc..

#### **4.5 Prescrizioni tecniche particolari**

- a) L'effettuazione della "Bonifica da Ordigni Bellici", ove prevista, è da intendersi tassativamente propedeutica alla effettuazione di qualsiasi altra attività lavorativa.
- b) Prima di dare corso alle attività di cantiere, l'Impresa dovrà richiedere, alla Direzione Genio Militare territorialmente competente, un parere sulla necessità di eseguire lavori di bonifica; tale richiesta dovrà essere corredata dalla documentazione atta ad individuare le aree interessate ed a definire la tipologia delle opere da realizzare su ciascuna area. Prima dell'inizio dei lavori di bonifica, l'Impresa dovrà richiedere ed ottenere le necessarie autorizzazioni e prescrizioni da parte della Direzione Generale Militare competente.
- c) All'atto della richiesta di autorizzazione, l'Impresa dovrà segnalare/fornire all'Amministrazione Militare competente:
  - i. la data di inizio lavori prevista;
  - ii. la planimetria delle zone da bonificare;
  - iii. l'elenco del personale tecnico specializzato b.c.m. (dirigenti tecnici, assistenti tecnici, rastrellatori, operai qualificati);
  - iv. una copia dei brevetti, non scaduti, rilasciati dall'Amministrazione Militare, attestanti l'idoneità di tutto il personale specializzato in riferimento alla qualifica per la quale dovrà essere impiegato;
  - v. l'elenco del personale ausiliario. Due giorni lavorativi prima dell'inizio delle attività, l'Impresa dovrà comunicare all'Amministrazione Militare:
  - vi. la data di inizio e la data di fine lavori prevista;
  - vii. l'elenco nominativo del personale che sarà effettivamente impiegato; tale elenco dovrà fare riferimento al documento di qualifica (brevetti) di cui al precedente punto iv;

- viii. l'elenco del materiale e delle attrezzature di cui è previsto l'utilizzo. Durante il corso dei lavori, ed alla fine degli stessi, l'Impresa dovrà comunicare/consegnare all'Amministrazione Militare:
  - ix. l'elenco dell'eventuale nuovo personale da utilizzare sui lavori (nel rispetto delle disposizioni di cui ai precedenti punti iii, iv, v;
  - x. l'elenco degli ordigni rinvenuti nel corso dei lavori;
  - xi. la planimetria indicante le zone bonificate;
  - xii. la data di fine lavori;
  - xiii. la "Dichiarazione a Garanzia" di avvenuta bonifica.
  - xiv. Copia di tutto quanto sopra dovrà essere contestualmente consegnato alla Direzione Lavori.
- d) Giornalmente all'inizio dell'attività lavorativa, l'Impresa consegnerà alla Direzione Lavori l'elenco nominativo, con qualifica, del personale effettivamente presente ed operante in cantiere.
  - e) Per una certa e completa identificazione degli operai che saranno impiegati nei lavori, la Direzione Lavori potrà richiedere il certificato penale e quello di buona condotta e l'esibizione della carta di identità personale degli addetti ai lavori.
  - f) Il dirigente tecnico b.c.m. designato dall'Impresa dovrà presenziare alla consegna dei lavori ed al rilascio delle prescrizioni da parte dell'Amministrazione Militare e dovrà controllare la regolarità dell'esecuzione.
  - g) Il coordinamento continuativo delle attività dovrà essere affidato ad un assistente tecnico b.c.m. che dovrà essere presente nell'area di lavoro durante l'intero orario lavorativo di ciascuna giornata e che avrà la responsabilità della custodia e della regolare compilazione dei documenti di cantiere.
  - h) I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio, l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931 n. 773 e leggi successive.
  - i) L'Impresa assumerà ogni e qualsiasi responsabilità, sia civile che penale, tanto nei riguardi del proprio personale quanto verso terzi, per danni di qualsiasi natura, comunque e dovunque derivanti dai lavori di bonifica oggetto della convenzione e solleverà perciò la Committente e gli organismi per conto di questa operanti, nella maniera più completa, dalle suddette responsabilità, anche nel caso in cui detti danni si fossero manifestati agendo nel completo rispetto della buona regola dell'arte e delle prescrizioni antinfortunistiche vigenti nonché di ogni altra disposizione particolare o generale prevista nel prescritto atto.
  - j) L'Impresa, alla fine dei lavori, dovrà rilasciare esplicita dichiarazione in bollo, su modulo fornito dalla Amministrazione Militare, per garantire la completa bonifica da mine e da altri ordigni esplosivi residuati bellici, di qualunque genere, della intera zona assegnata.
  - k) La dichiarazione in argomento dovrà essere firmata dal Dirigente Tecnico che ha diretto i lavori e dal legale rappresentante dell'Impresa.

- l) Tutte le disposizioni che venissero impartite direttamente dal personale dell'Amministrazione Militare dovranno essere portate a conoscenza della Direzione Lavori per eventuali commenti o benessere.
- m) In considerazione del fatto che i suddetti lavori di bonifica tendono a tutelare la pubblica incolumità i lavori stessi saranno eseguiti in conformità della Circolare numero 300/46 del 24 Novembre 1952 del Ministero degli Interni.
- n) L'Impresa è tenuta ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Impresa e le locali Autorità. Copia dei sopracitati accordi dovrà essere inviata, per informazione, alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.
- o) Le zone da bonificare dovranno essere opportunamente recintate e segnalate; sarà cura dell'Impresa richiedere l'intervento delle autorità preposte per i provvedimenti da adottare per la disciplina del transito nelle zone interessate dai lavori di bonifica.
- p) Tutti i residuati bellici, di qualsiasi natura, rinvenuti appartengono e dovranno essere consegnati alla Amministrazione Militare.
- q) Nel caso di lavori da eseguire su fondale marino, lacustre, alveo di fiume o comunque in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà adeguare le attrezzature di ricerca e di servizio alla particolare tipologia dei luoghi.
- r) Tutto il materiale proveniente dal taglio della vegetazione ed il materiale di risulta proveniente da scavi, trovanti, etc., dovrà essere trasportato a rifiuto nella discarica indicata dall'Impresa e accettata dalla Direzione Lavori; sarà cura dell'Impresa ottenere la disponibilità e l'autorizzazione delle necessarie discariche.

#### 4.6 Materiali e modalità esecutive

Le fasi di lavoro da svolgere per effettuare la bonifica sono le seguenti:

- Rimozione della vegetazione
- Esplorazione del terreno
- Scavo per il recupero degli ordigni bellici
- Rimozione degli ordigni bellici.

##### 4.6.1 Rimozione della vegetazione

Ove necessario, prima di procedere alla ricerca degli ordigni bellici, si dovrà procedere alla rimozione della vegetazione.

Il taglio della vegetazione dovrà essere eseguito in tutte quelle zone ove la presenza della stessa ostacoli l'uso dell'apparecchio cercamine e sarà effettuato da operai qualificati b.c.m. sotto il controllo di un rastrellatore.

Nel tagliare la vegetazione non dovranno essere esercitate pressioni sul terreno da bonificare e dovranno essere rispettate tutte le eventuali piante di alto fusto e tutte le "matricine" da lasciare in zona, salvo diverse disposizioni.

Il materiale di risulta verrà accatastato in zona già bonificata e successivamente trasportato a rifiuto.

- a) Esplorazione del terreno
- b) La ricerca degli ordigni bellici dovrà essere effettuata con l'impiego di idonei apparecchi cercamine.
- c) Il terreno da esplorare dovrà essere convenientemente frazionato in modo da avere la massima garanzia di completezza dell'esplorazione.
- d) Le modalità di ricerca dovranno essere conformi alle prescrizioni in materia emanate dalla Amministrazione Militare e dovranno essere concordate con l'Autorità territorialmente competente.
- e) L'attività di ricerca sarà suddivisa nelle seguenti tre fasi:
  - i. esplorazione del piano soggetto a bonifica, nella sua consistenza al momento della esecuzione dei lavori, con cercamine selettivo fino a cm 30 di profondità tipo S.C.R. 625;
  - ii. esplorazione del piano soggetto a bonifica con cercamine tipo Forster per la ricerca e localizzazione di masse ferrose fino alla profondità di cm 100;
  - iii. esplorazione e localizzazione in profondità eseguita per strati successivi, non superiore a 1 metro, previa bonifica dello strato da sbancare, o mediante esecuzioni di perforazioni verticali con l'impiego di apposito apparecchio di ricerca.
- f) La ricerca con cercamine selettivo fino a 30 cm dovrà essere eseguito solo se specificatamente richiesta dall'Amministrazione Militare; in caso contrario l'esplorazione sarà iniziata con il cercamine tipo Forster.
- g) La ricerca in profondità dovrà essere eseguita quando richiesta dai documenti di progetto e/o dall'Amministrazione Militare.
- h) La ricerca in profondità dovrà essere eseguita in stretto accordo alle modalità prescritte dall'Amministrazione Militare ed in ogni caso potrà avere inizio soltanto dopo che le masse ferrose localizzate con le precedenti fasi siano state rimosse.
- i) Tutte le masse ferrose localizzate dovranno essere riportate su una planimetria indicando le coordinate planimetriche e la profondità rispetto al piano di campagna; tale planimetria sarà utilizzata per la successiva fase di recupero.
- j) Le masse ferrose localizzate nel corso dell'esplorazione dovranno altresì essere identificate in sito mediante idonee ed evidenti segnalazioni.

#### **4.6.2 Scavo per il recupero degli ordigni bellici**

- a) Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose individuate con le fasi di ricerca superficiale dovranno essere effettuati esclusivamente a mano con precauzione ed attrezzature adeguate alla particolarità ed ai rischi della operazione.
- b) Gli scavi finalizzati al recupero delle masse ferrose profonde potranno essere effettuati con mezzi meccanici con azionamento oleodinamico fino ad una quota un metro più elevata di quella della massa ferrosa da rimuovere (e comunque per strati non superiori

- a 70/80 cm per volta), la restante parte dello scavo dovrà essere eseguita a mano. Gli scavi di sbancamento di strati già bonificati, per effettuazione di ricerche a strati successivi, previa approvazione dell'Amministrazione Militare, potranno essere eseguiti con mezzi meccanici.
- c) Tutti gli scavi dovranno essere effettuati sotto la sorveglianza di un assistente tecnico b.c.m. o di un rastrellatore b.c.m..
  - d) Ove necessario l'Impresa dovrà provvedere a sbadacchiare od armare le pareti degli scavi e dovrà altresì provvedere all'aggottamento e/o regolamentazione delle acque meteoriche o di falda.
  - e) Tutte le aree scavate, al termine della bonifica, dovranno essere convenientemente rinterrate, con materiale proveniente dagli scavi o di fornitura dell'Impresa, per ripristinare il preesistente stato dei luoghi.

#### 4.7 Oneri per la sicurezza

I lavori dovranno essere eseguiti con tutte le prescrizioni intese ad evitare danni alle persone ed alle cose, osservando, a tale scopo, le particolari norme tecniche specificate dall'Amministrazione Militare competente, nonché le vigenti prescrizioni di Pubblica Sicurezza per il maneggio l'uso, il trasporto e la conservazione degli esplosivi, ed in particolare gli articoli 46 e 52 del Testo Unico delle leggi di Pubblica Sicurezza ed il relativo regolamento esecutivo del 18 Giugno 1931 n. 773 e leggi successive

L'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, dovrà dare evidenza di aver ottemperato a quanto prescritto dalle leggi vigenti. La constatazione di quanto attuato e l'autorizzazione all'inizio lavori non esonera l'Appaltatore dalla propria responsabilità sull'andamento dei lavori.

In considerazione del fatto che i suddetti lavori di bonifica tendono a tutelare la pubblica incolumità e la sicurezza della circolazione dei treni, i lavori stessi saranno eseguiti in conformità della Circolare numero 300/46 del 24 Novembre 1952 del Ministero degli Interni.

L'Appaltatore è tenuto ad assicurare il necessario servizio di pronto soccorso agli operai per il caso di incidenti per scoppio di ordigni esplosivi, predisponendo un posto di pronto soccorso con infermiere ed autoambulanza, sempre presenti durante le ore di lavoro, e materiali sanitari sufficienti per un primo soccorso d'urgenza e per il trasporto dei feriti in un ospedale vicino, prestabilito in seguito a precisi accordi intervenuti fra l'Appaltatore e le locali Autorità. Copia dei sopracitati accordi dovrà essere inviata, per informazione, alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle attività unitamente alla dislocazione sulle aree da bonificare dei posti di Pronto Soccorso all'uopo predisposti.

#### 4.8 Collaudo

Il collaudo dei lavori di bonifica, verrà eseguito secondo le modalità prescritte dall'Amministrazione Militare.

Resta inteso che al collaudo tecnico procederà l'Amministrazione Militare, dietro richiesta della Committente, entro un mese dalla data di ultimazione accertata con relativo verbale, d'intesa con il Collaudatore incaricato dalla Committente.

## 5. ASSISTENZA ARCHEOLOGICA

### 5.1 Generalità

Nelle aree ove la Relazione Archeologica ha individuato un rischio archeologico medio o alto si prevede la necessità di un'assistenza archeologica durante gli scavi.

Le attività di cantiere comprendono l'esecuzione di uno scavo meccanico cauto, con assistenza di operatore archeologo specializzato e con il supporto di un operaio comune per le rifiniture dei limiti e del fondo dello scavo e per l'avvicinamento a strutture significative, compreso l'allontanamento della terra entro l'area del cantiere.

Sarà prodotta la documentazione archeologica necessaria, consistente nella redazione del giornale di scavo, nella compilazione delle schede di Unità Stratigrafica (US), dei rapporti preliminari periodici per la Soprintendenza per i Beni Archeologici, della documentazione fotografica e grafica delle US, da consegnare rivista ed elaborata secondo le indicazioni della D.L. a fine scavo.

Le attività successive allo scavo comprendono invece l'organizzazione dei dati raccolti secondo i parametri della Soprintendenza per i Beni Archeologici, la redazione della relazione finale sintetica.



## 6. DEMOLIZIONI

### 6.1 Prescrizioni ed oneri generali

Per qualsiasi demolizione verranno impiegati i mezzi previsti dal progetto e/o ritenuti idonei dalla Direzione Lavori:

- scalpellatura a mano o meccanica;
- martello demolitore.

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

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

La successione dei lavori deve risultare da apposito programma contenuto nel POS, tenendo conto di quanto indicato nel PSC, ove previsto, che deve essere tenuto a disposizione degli organi di vigilanza.

L'Impresa sarà pertanto responsabile di tutti i danni che una cattiva conduzione nelle operazioni di demolizioni potessero arrecare alle persone, alle opere e cose, anche di terzi. Nel caso di demolizioni parziali potrà essere richiesto il trattamento con il getto di vapore a 373 K ed una pressione di 0,7-0,8 MPa per ottenere superfici di attacco pulite e pronte a ricevere i nuovi getti; i ferri dovranno essere tagliati, sabbiati e risagomati secondo le disposizioni progettuali. Per le demolizioni da eseguirsi su autostrada in esercizio, l'impresa dovrà adottare anche tutte le precauzioni e cautele atte ad evitare ogni possibile danno all'utenza e concordare con la Direzione di Tronco, tramite la Direzione Lavori, le eventuali esclusioni di traffico che potranno avvenire anche in ore notturne e in giorni determinati.

In particolare, la demolizione delle travi di impalcato di opere d'arte o di impalcato di cavalcavia anche a struttura mista, su autostrade in esercizio, dovrà essere eseguita fuori opera, previa separazione dalle strutture esistenti, sollevamento, rimozione e trasporto di tali porzioni in apposite aree entro le quali potranno avvenire le demolizioni.

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

Il prezzo deve intendersi applicabile per qualunque quantitativo di materiale da demolire, anche di dimensioni minime. Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri relativi a tale categoria di lavori, sia che venga eseguita in elevazione, fuori terra, in fondazione, entro terra, in breccia e in qualunque forma, comunque senza l'uso di mine.

In particolare sono compresi i ponti di servizio, le impalcature, le armature e sbadacchiature eventualmente occorrenti, nonché l'immediato allontanamento dei materiali di risulta. L'Impresa è obbligata a recuperare i materiali dichiarati utilizzabili dall'Ufficio di Direzione Lavori, che rimangono proprietà dell'Amministrazione, e a caricare, trasportare a scaricare a rifiuto quelli non utilizzabili. Il prezzo è comprensivo anche del corrispettivo per le discariche. Negli appalti a misura, le demolizioni sono valutate a m<sup>3</sup> misurate in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

## 6.2 Strutture in calcestruzzo e cemento armato

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; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico.

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

La demolizione di strutture in calcestruzzo sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro.

La demolizione di strutture in cemento armato sarà compensata, negli appalti a misura, con valutazione a metro cubo di materiale demolito, misurato in sito prima dell'esecuzione del lavoro. Saranno da considerarsi demolizioni di strutture in cemento armato quelle relative a conglomerati cementizi con armatura superiore a 30 kg/m<sup>3</sup>.

## 6.3 Taglio e demolizione di pavimentazione stradale

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

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 o prescritti dalla Direzione Lavori e non saranno pagati maggiori spessori rispetto a quelli previsti o prescritti.

Se la demolizione interessa uno spessore inferiore a 15 cm, potrà essere effettuata con un solo passaggio di fresa; per spessori superiori a 15 cm si dovranno effettuare due passaggi di cui il primo pari ad 1/3 dello spessore totale, avendo cura di formare longitudinalmente sui due lati dell'incavo un gradino tra il primo ed il secondo strato demolito di almeno 10 cm.

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

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

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

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

Il prezzo compensa il taglio, la demolizione e la rimozione della pavimentazione stradale di qualsiasi tipo e di qualunque spessore, da realizzarsi con adeguati mezzi meccanici, lungo i tracciati preventivamente individuati.

Sono compresi nel prezzo il carico e il trasporto a discarica a qualsiasi distanza del materiale rimosso, nonché i relativi oneri, canoni o diritti.

Negli appalti a misura la valutazione sarà fatta a metro cubo (m<sup>3</sup>).

#### **6.4 Parti strutturali in elevazione, orizzontali e verticali**

Per parti strutturali in elevazione si intendono le strutture portanti fuori terra dell'edificio o del manufatto oggetto di demolizione, siano esse orizzontali o verticali.

La demolizione di queste parti dovrà avvenire a cura dell'Appaltatore una volta verificata la massima demolizione effettuabile di parti interne o esterne prive di funzione strutturale.

Tale operazione ha lo scopo di alleggerire quanto più possibile la parte strutturale del carico che su di essa grava.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei solai.

È cura dell'Appaltatore valutare il più idoneo strumento di demolizione delle parti strutturali tenendo in considerazione la relazione con l'intorno e gli agenti di rischio da quest'azione conseguenti.

In caso di contatto strutturale della parte portante orizzontale o verticale dell'edificio o del manufatto oggetto dell'intervento di demolizione con altri attigui che devono essere salvaguardati sarà cura dell'Appaltatore chiedere ed ottenere lo sgombero integrale degli occupanti tali edifici o manufatti limitrofi.

L'Appaltatore curerà sotto la propria responsabilità ogni intervento utile a desolidarizzare le parti strutturali in aderenza con altri fabbricati intervenendo, qualora utile a suo giudizio, anche con il preventivo taglio dei punti di contatto.

Prima della demolizione di parti strutturali in edifici che sono inseriti a contatto con altri sarà cura dell'Appaltatore testimoniare e accertarsi dello stato di integrità dei fabbricati aderenti, anche attraverso documentazione fotografica ed ogni altra attestazione che sia rivolta ad accertare lo stato degli stessi prima dell'intervento di demolizione.

## 6.5 Parti strutturali interrato, palificazioni e tiranti

Per parti strutturali interrato si intendono le palificazioni o le fondazioni in profondità, i diaframmi, le sottofondazioni, le fondazioni e le strutture portanti in elevazione che non fuoriescono dalla quota media del piano di campagna.

La demolizione di tali parti d'opera, ove prevista, deve essere svolta a cura dell'appaltatore previa demolizione delle strutture portanti in elevazioni su di queste gravanti.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle parti interrato in generale.

La demolizione parziale o integrale delle parti strutturali interrato deve essere effettuata previa verifica da parte dell'Appaltatore della desolidarizzazione delle stesse da parti di fondazione o di strutture collegate con gli edifici o con i manufatti confinanti.

In presenza di un regime di falda sotterranea presente a livello superficiale, o comunque interferente con le escavazioni destinate alla demolizione parziale o totale delle fondazioni è a cura dell'Appaltatore che deve essere posto in essere un adeguato sistema di captazione temporanea di dette falde allo scopo di evitare ogni azione di disturbo e/o inquinamento della falda sotterranea e permettere l'azione di scavo senza l'intervento dell'agente di rischio determinato dalla presenza di sortumi o accrescimenti del livello superficiale delle acque.

La demolizione parziale o totale delle parti strutturali interrato prevede il corrispondente riempimento con materiale dichiarato dall'Appaltatore e la formazione di uno o più pozzi di ispezione della consistenza del materiale impiegato, secondo le indicazioni ricevute dal progettista.

La demolizione di palificazioni o tiranti interrati sarà posta in essere a cura dell'Appaltatore dopo che il progettista abilitato avrà valutato e redatto una apposita valutazione dei rischi e delle conseguenze derivanti da questa azione.

Qualora tale azione lo richieda, dovrà essere coinvolto a cura dell'Appaltatore un geologo abilitato allo scopo di estendere la valutazione dei rischi alle problematiche di dinamiche delle terre ed alle specifiche della tettonica compromessa da quest'azione.

## 6.6 Fognature

Per fognature si intendono le condotte coperte o a vista atte alla raccolta ed al convogliamento delle acque bianche e nere di scarico civili e industriali presenti sulla rete privata interna al confine di proprietà dell'unità immobiliare o dell'insieme di unità immobiliari oggetto della demolizione parziale o totale.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle fognature.

Tale demolizione deve essere svolta dall'Appaltatore dopo aver verificato la chiusura del punto di contatto della fognatura con la rete urbana pubblica, allo scopo di evitare che macerie o altri frammenti della demolizione possano occludere tali condotte.

Le operazioni di demolizione delle condotte di scarico devono altresì avvenire con l'osservanza da parte dell'Appaltatore delle norme di protezione ambientali e degli

operatori di cantieri per quanto riguarda la possibilità di inalazione di biogas o miasmi dannosi o tossici per la salute umana.

Le macerie della demolizione delle fognature saranno allontanate dal cantiere senza che i materiali da queste derivanti possano sostare nei pressi dei cantieri neanche per uno stoccaggio temporaneo non previsto e comunicato per tempo al Committente.

La demolizione parziale delle fognature deve essere effettuata a cura dell'Appaltatore con la precauzione di apporre sezionatori sulla stessa condotta sia a monte che a valle della medesima allo scopo di confinare l'ambito operativo ed impedire inopportune interferenze.

La verifica della presenza di materiali reflui presenti nella condotta o nelle fosse intermedie di raccolta classificabili come rifiuti speciali o tossico nocivi deve essere effettuata a cura dell'Appaltatore che provvederà di conseguenza allo smaltimento dei medesimi attraverso la procedura prevista in merito dalla legislazione vigente.

## 6.7 Serramenti

Per serramenti si intendono tutti i sistemi di protezione delle aperture disposte sull'involucro esterno dell'edificio e sui paramenti orizzontali e verticali interni sia intermedi che di copertura, a falde orizzontali o inclinate che siano. Tali serramenti potranno essere in legno, acciaio, PVC, alluminio, materiali polimerici non precisati, ecc., e sono solitamente costituiti da un sistema di telai falsi, fissi e mobili.

Prima dell'avvio della rimozione dei serramenti l'Appaltatore procederà a rimuovere tutti i vetri e abbassarli alla quota di campagna per l'accatastamento temporaneo o per il carico su mezzo di trasporto alle pubbliche discariche.

I serramenti, in caso di demolizione parziale, dovranno essere rimossi senza arrecare danno ai paramenti murari ovvero tagliando con mola abrasiva le zanche di ancoraggio del telaio o del falso telaio alla muratura medesima, senza lasciare elementi metallici o altre asperità in sporgenza dal filo di luce del vano.

Qualora il Committente intenda riutilizzare tutti o parte dei serramenti rimossi dovrà segnalare per iscritto, prima dell'inizio lavori, all'Appaltatore il numero, il tipo e la posizione degli stessi che, previa maggiorazione dei costi da quantificarsi per iscritto in formula preventiva, saranno rimossi integralmente e stoccati in luogo protetto dalle intemperie e dall'umidità di risalita o dagli urti, separatamente dagli altri in attesa di definizione della destinazione.

## 6.8 Controsoffitti

Per controsoffitti si intendono i sistemi o componenti o prodotti di varia natura, forma e tipologia di ancoraggio che possono essere applicati all'intradosso delle partizioni intermedie con scopo fonoassorbente, isolante, estetico di finitura, ecc.

Tali apparati devono essere rimossi preventivamente alla rimozione dei serramenti applicati alle chiusure esterne verticali e orizzontali allo scopo di contenere la dispersione di polveri, fibre, ecc.

Prima della rimozione degli apparati di controsoffittatura l'Appaltatore dovrà accertarsi che siano state prese alcune importanti precauzioni:

disconnessione della rete impiantistica elettrica di alimentazione degli utilizzatori presenti nel controsoffitto;

disconnessione di ogni rete passante tra intradosso del solaio e controsoffitto;

accertamento per prelievo ed esame di laboratorio della presenza di amianto, fibre tossiche, o altro agente di rischio per gli operatori e per gli abitanti.

Qualora il controsoffitto contenga fibre tossiche per l'organismo umano se respirate, l'ambiente oggetto della demolizione dovrà essere restituito al Committente previa pulitura di ogni superficie per aspirazione e certificazione scritta di avvenuta bonifica dei locali e di restituzione in condizioni di inquinamento di fondo al di sotto delle soglie di rischio.

I materiali componenti il controsoffitto, qualora sia ravvisata la presenza di fibre e sostanze tossiche per inalazione, saranno smaltite con le stesse precauzioni osservate per la sostanza tossica.

I materiali metallici componenti l'apparato di controsoffittatura sono di proprietà dell'Appaltatore che potrà valutarne l'utilizzo o lo smaltimento nei limiti consentiti dalla legislazione vigente.

## 6.9 Tamponamenti e intercapedini

Per tamponamenti e intercapedini si intendono le partizioni interne opache e le chiusure verticali esterne prive di funzione strutturale atte a chiudere e garantire adeguato isolamento termoacustico e impermeabilizzazione con l'esterno.

Prima della demolizione delle intercapedini e dei tamponamenti l'appaltatore valuterà se è il caso di lasciare i serramenti di chiusura verticale allo scopo di circoscrivere la rumorosità e la polverulenza dell'operazione, oppure di apporre apposite temporanee chiusure sulle aperture da cui i serramenti sono già stati rimossi.

Ravvisata la presenza di materiali non omogenei l'Appaltatore provvederà a effettuare una demolizione parziale delle parti realizzate in materiale inerte o aggregato di inerti procedendo dall'interno verso l'esterno e dal basso verso l'alto, rimuovendo le macerie del piano prima di iniziare le operazioni del piano superiore.

Prima della rimozione degli apparati di intercapedini e tamponamenti l'Appaltatore dovrà accertarsi che siano state prese alcune importanti precauzioni:

disconnessione della rete impiantistica elettrica di alimentazione degli utilizzatori presenti nelle pareti;

accertamento per prelievo ed esame di laboratorio della presenza di amianto, fibre tossiche, o altro agente di rischio per gli operatori e per gli abitanti.

Qualora le pareti contengano materiali a base di fibre tossiche per l'organismo umano, se respirate, l'ambiente oggetto della demolizione dovrà essere restituito al Committente previa pulitura di ogni superficie per aspirazione e certificazione scritta di avvenuta bonifica dei locali e di restituzione in condizioni di inquinamento di fondo al di sotto delle soglie di rischio.

La presenza di eventuali membrane polimero-bituminose o strati in PVC destinati a barriera vapore dovranno essere rimossi a parte e non aggregati alle macerie inerti.

La conservazione in cantiere di tali materiali dovrà tenere conto della loro facile infiammabilità.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei tamponamenti e delle strutture verticali.

Durante le lavorazioni l'Appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente alle disposizioni e istruzioni per la demolizione delle strutture verticali, le demolizioni per rovesciamento, per trazione o spinta saranno effettuate solo per strutture fino ad altezza pari a 5 m, l'utilizzo delle attrezzature per il rovesciamento dovranno essere conformi alle norme di sicurezza, dovrà essere garantito l'utilizzo di schermi e di quant'altro, per evitare la caduta di materiale durante l'operazione ed in ogni modo dovrà essere delimitata l'area soggetta a caduta di materiale durante l'operazione specifica.

#### 6.10 Sottofondi

Per sottofondi si intendono gli strati di materiale che desolidarizzano le partizioni intermedie o di chiusura orizzontale dell'edificio dal rivestimento posto in atto.

Tali sottofondi possono essere rimossi dopo che è stata verificata la disconnessione delle reti idrauliche di approvvigionamento, di riscaldamento e di fornitura della corrente elettrica che in essi possono essere state annegate.

Qualora la polverosità dell'operazione risulti particolarmente evidente e le protezioni o il confinamento ambientale siano inefficaci l'appaltatore avrà cura di bagnare continuamente il materiale oggetto dell'operazione allo scopo di attenuarne la polverosità.

Tale verifica sarà effettuata a cura dell'Appaltatore che procederà alla demolizione dei sottofondi secondo procedimento parziale o insieme alla demolizione della struttura portante. Prima della demolizione parziale del sottofondo di pavimentazione all'interno di un'unità immobiliare parte di una comunione di unità l'Appaltatore dovrà accertarsi che all'interno di questo sottofondo non siano state poste reti di elettrificazione del vano sottostante, che nella fattispecie possono non essere state disconnesse.

La demolizione parziale del sottofondo di aggregati inerti produce particolare polverulenza che dovrà essere controllata dall'Appaltatore allo scopo di limitarne e circoscriverne la dispersione.

La scelta delle attrezzature destinate alla demolizione parziale del sottofondo dovrà tenere in considerazione la natura della struttura portante, la sua elasticità, l'innescò di vibrazioni e la presenza di apparecchiature di particolare carico concentrato gravanti sul solaio portante della partizione orizzontale.

#### 6.11 Manti impermeabilizzanti e coperture discontinue

Per manti impermeabilizzanti si intendono le membrane di materiale prodotto per sintesi polimerica o polimero-bituminosa, che possono essere individuate nella rimozione della stratigrafia di chiusura orizzontale opaca allo scopo di garantirne l'impermeabilità.

Tali componenti devono essere rimossi prima della demolizione del sottofondo e della demolizione dello stesso solaio e a cura dell'Appaltatore devono essere accatastati in separata parte del cantiere allo scopo di prevenire l'incendiabilità di tali materiali stoccati.

La sfiammatura delle membrane allo scopo di desolidarizzarne l'unitarietà nei punti di sovrapposizione sarà effettuata da personale addestrato all'utilizzo della lancia termica e al camminamento delle coperture, dotato di idonei dispositivi individuali di protezione, previsti i necessari dispositivi collettivi di protezione dalle cadute dall'alto.

### **6.12 Sporti, aggetti, cornicioni e manufatti a sbalzo**

Per sporti si intendono tutte le partizioni o chiusure orizzontali o inclinate che fuoriescono a sbalzo dalla sagoma dell'edificio. Tali manufatti possono essere generalmente costruiti in cemento armato, legno, acciaio; in talune occasioni hanno parti di riempimento in laterocemento, o laterizio.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle parti d'opera in aggetto.

L'operazione di demolizione di tali manufatti sarà eseguita dall'Appaltatore dopo aver curato la desolidarizzazione di ringhiere metalliche o lignee dalla muratura di chiusura verticale dell'edificio, con idonee cesoie idrauliche montate su macchina operatrice da cantiere o mediante martello demolitore con operatore posto su struttura provvisoria non ancorata alla chiusura portante solidale con il manufatto a sbalzo.

L'operatore deve preferibilmente essere posto ad una quota superiore al piano di calpestio dell'aggetto e non deve in ogni modo farsi sostenere dalla struttura a sbalzo.

La demolizione parziale o totale dello sporto avverrà solamente dopo che a cura dell'Appaltatore saranno state chiuse tutte le aperture sottostanti all'aggetto ed impedito il transito temporaneo di chiunque nella zona di possibile interferenza del crollo del manufatto.

### **6.13 Lattoniere**

Per lattonerie si intendono i manufatti metallici o in materiali polimerici che perimetrano le coperture, gli aggetti e gli sporti.

Tali manufatti saranno rimossi dall'Appaltatore prima di dar luogo alla demolizione strutturale del manufatto a cui sono aderenti.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione delle lattonerie.

Il loro accatastamento in cantiere deve avvenire, a cura dell'Appaltatore, in zona distante dalle vie di transito. Se si prevede un lungo stoccaggio in cantiere di tali manufatti metallici rimossi si rende necessario che l'Appaltatore provveda ad un collegamento degli stessi con un sistema temporaneo di messa a terra a protezione delle scariche atmosferiche.

Prima della loro rimozione l'Appaltatore verificherà che il manto di copertura a cui sono solidarizzati i canali di gronda non sia in amianto cemento. In tale situazione l'Appaltatore procederà a notifica all'organo di controllo procedendo in seguito a benestare dello stesso con procedura di sicurezza per gli operatori di cantiere.



## 6.14 Canne fumarie e fumaioi

I fumaioi sono la parte terminale delle canne di scarico delle esalazioni o dei fumi prodotti internamente all'edificio.

Prima della demolizione di tali manufatti sarà cura dell'appaltatore verificare il cessato funzionamento dell'utilizzatore di cui sono scarico, ed alla chiusura della bocca interna di collegamento alla canna fumaria medesima.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei fumaioi e delle canne fumarie.

La demolizione dei fumaioi sarà effettuata dall'Appaltatore, prima della demolizione delle falde di copertura, curando che lo scivolamento delle macerie sulla falda della copertura non sia ostacolato o trattenuto da compluvi di falde o da altri manufatti, e con preoccupazione di stabilire il raggio di azione della caduta delle macerie medesime a quota del piano di campagna o su aggetti e sporti sottostanti.

Sono a carico dell'Appaltatore tutte le opere provvisorie che la stessa dovrà predisporre per fermare o deviare la caduta o lo scivolamento delle macerie.

Per canne fumarie si intendono i canali verticali o inclinati interni o esterni allo spessore della muratura atti a convogliare fumi o esalazioni oltre la quota di copertura.

L'Appaltatore prima di dare luogo alla demolizione di canne fumarie o di parti di muratura ove è probabile o nota la presenza di canne fumarie deve accertarsi che tali manufatti non siano realizzati in amianto cemento. Qualora sussista tale probabilità in modo incerto saranno, a cura dell'Appaltatore, prelevati ed esaminati a spese dell'Appaltatore stesso, campioni del materiale costituente. L'evidenza di un materiale contenente amianto compatto o friabile nella realizzazione o nella fasciatura delle canne fumarie deve prevedere notifica all'ente di controllo e avvio della procedura di sicurezza per la protezione dei lavoratori coinvolti.

La demolizione di murature contenenti canne fumarie può dare luogo allo scivolamento di macerie lungo il canale stesso oltre la quota più bassa di demolizione. Allo scopo di prevenire l'accadimento l'Appaltatore provvederà a chiudere le canne oggetto di demolizione alla quota più bassa prima dell'avvio della demolizione.

## 6.15 Manufatti in amianto cemento<sup>2</sup>

Per manufatti in amianto cemento si intendono parti integranti dell'edificio oggetto di demolizione parziale o completa realizzate con unione di altri materiali a fibre di amianto.

Solitamente sono rinvenibili due tipologie differenti di manufatti: quelli a matrice friabile e quelli a matrice compatta. Data l'usura e l'invecchiamento o le condizioni di posa del materiale taluni materiali inizialmente integrati in matrice compatta possono, con il tempo, essere diventati friabili.

La misurazione di tale fenomeno e la relativa classificazione possono essere effettuate tramite schiacciamento e pressione con le dita della mano dell'operatore che in tal modo

può rendersi conto della capacità del manufatto di offrire resistenza a compressione. Se le dita della mano dell'operatore riescono a comprimere o distaccare parti del manufatto stesso questo è classificabile a matrice friabile.

L'Appaltatore al momento del sopralluogo ai manufatti oggetto di demolizione è tenuto a verificarne la presenza e classificarne il livello di rischio.

Qualora il manufatto presenti qualche sembianza affine ai manufatti contenenti amianto, sarà cura dell'Appaltatore provvedere a campionare parti dello stesso e provvedere a far analizzare i campioni presso un laboratorio attrezzato e autorizzato.

Valutata la presenza di manufatti contenenti amianto, l'Appaltatore provvederà a notificare l'azione di bonifica presso l'organo di vigilanza competente per territorio disponendo un piano di lavoro conforme a quanto indicato dal d.lgs. 257/06, in funzione della valutazione dei rischi effettuata ai sensi della normativa vigente. Tale documentazione deve essere messa a disposizione dei lavoratori e deve essere aggiornata in relazione all'aumento dell'esposizione degli stessi.

In tutte le attività concernenti l'amianto, l'esposizione dei lavoratori alla polvere proveniente dall'amianto o dai materiali contenenti amianto nel luogo di lavoro deve essere ridotta al minimo e, in ogni caso, al di sotto del valore limite fissato dalla normativa vigente, ed in particolare:

il numero dei lavoratori esposti o che possono essere esposti alla polvere proveniente dall'amianto o da materiali contenenti amianto deve essere limitato al numero più basso possibile;

i processi lavorativi devono essere concepiti in modo da evitare di produrre polvere di amianto o, se ciò non è possibile, da evitare emissione di polvere di amianto nell'aria;

tutti i locali e le attrezzature per il trattamento dell'amianto devono poter essere sottoposti a regolare pulizia e manutenzione;

l'amianto o i materiali che rilasciano polvere di amianto o che contengono amianto devono essere stoccati e trasportati in appositi imballaggi chiusi;

i rifiuti devono essere raccolti e rimossi dal luogo di lavoro il più presto possibile in appropriati imballaggi chiusi su cui sarà apposta un'etichettatura indicante che contengono amianto.

Detti rifiuti devono essere successivamente trattati ai sensi della vigente normativa in materia di rifiuti pericolosi.

Sarà cura dell'Appaltatore segnalare nel piano di lavoro l'intero procedimento fino allo smaltimento definitivo delle macerie di demolizione contenenti amianto.

L'Appaltatore è produttore del rifiuto mediante azione demolitrice e deve quindi provvedere all'onere dello smaltimento corretto del rifiuto medesimo.

È impedito all'Appaltatore effettuare un deposito delle macerie contenenti amianto nella zona delimitata del cantiere ed in altra zona di proprietà del Committente. L'eventuale

stoccaggio temporaneo del materiale contenente amianto dovrà essere segnalato nel piano di lavoro ed il luogo di accoglimento del materiale stesso sarà allo scopo predisposto.

È cura dell'Appaltatore verificare prima della demolizione del manufatto che non siano presenti all'interno del medesimo quantità qualsiasi di amianto floccato o manufatti di qualsivoglia natura contenenti amianto. Tali manufatti, qualora presenti, saranno considerati come rifiuto a cui l'Appaltatore deve provvedere secondo le modalità previste dalla legislazione vigente in materia, alla stessa stregua dei materiali facenti parte dell'immobile. La demolizione parziale o totale non potrà essere iniziata prima dell'avvenuto smaltimento di questi rifiuti.

L'Appaltatore deve organizzarsi affinché la procedura di sicurezza sia circoscritta alle sole fasi in cui viene trattato materiale contenente amianto.

L'Appaltatore è inoltre tenuto ad adottare le misure appropriate affinché i luoghi in cui si svolgono tali attività siano confinati e segnalati e siano rispettate tutte le prescrizioni di cui alla vigente normativa e al piano di lavoro redatto e consegnato agli organi competenti.

Al fine di garantire il rispetto del valore limite di esposizione fissato dalla normativa vigente (0,1 fibre per centimetro cubo di aria) e in funzione dei risultati della valutazione iniziale dei rischi, l'Appaltatore è tenuto ad effettuare misurazioni periodiche della concentrazione di fibre di amianto nell'aria e riportarne i risultati nel Documento di Valutazione dei Rischi e nel Piano Operativo di Sicurezza.

Qualora tale valore limite fosse superato, l'Appaltatore è tenuto ad adottare tutte le misure organizzative necessarie all'eliminazione del rischio e a dotare i propri lavoratori di idonei dispositivi di protezione individuale.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere al termine della bonifica a consegnare certificato di collaudo e riconsegna dei locali bonificati. Qualora l'intervento di bonifica da amianto non abbia esito positivo la Stazione appaltante avrà diritto a far subentrare l'Appaltatore specializzato di propria fiducia con l'obiettivo di ripristinare il livello di inquinamento di fondo previsto dalla legislazione vigente. L'importo di tale intervento sarà a carico dell'Appaltatore.

#### **6.16 Muri di sostegno e massicciate varie**

Per muri di sostegno e massicciate varie si intendono manufatti artificiali atti a sostenere lo scivolamento naturale delle terre, siano essi manufatti agenti a gravità o a sbalzo o per reggimentazione trattenuta tramite tiranti interrati.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei muri di sostegno e delle massicciate in genere.

La demolizione di tali manufatti richiede che l'Appaltatore definisca in merito una valutazione dei rischi determinata dalle reazioni della tettonica interferente con l'azione di

trattenimento posta in essere dalla presenza del manufatto. Tale relazione deve essere posta in essere da tecnico geologo abilitato o da geotecnico.

Qualora l'operazione coinvolga, anche solo in ipotesi di relazione dei rischi, porzioni di terreno poste al di fuori dei confini della Stazione appaltante, sarà cura dell'Appaltatore verificare la disponibilità dei confinanti pubblici e privati a sgomberare dal transito e da ogni possibile conseguenza alle persone ed alle cose l'ambito di possibile pertinenza del movimento di terra.

In materia si fa riferimento in generale alle disposizioni del d.lgs. 81/08 e successivo aggiornamento tramite il d.lg n.106 del 03/08/2009.

## 7. MOVIMENTI MATERIE

### 7.1 DEFINIZIONI E CLASSIFICAZIONI

I movimenti di terra comprendono le seguenti categorie di lavoro:

- Diserbamento e scoticamento
- Scavi
- Rinterri
- Rilevati

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

### 7.2 NORME DI MISURAZIONE

I movimenti di terra di cui al presente appalto sono ricompresi e compensati nelle relative voci di elenco prezzi che regolano la realizzazione dell'opera per i vari tipi di strada realizzata.

Per quanto riguarda ulteriori attività diversamente regolate, la misurazione dei movimenti di terra ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro cubo in banco di terra scavata e secondo il progetto.

Nei prezzi di realizzazione dei movimenti di terra si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei luoghi di lavoro;
- l'esecuzione dello scavo (sia esso di sbancamento, di splateamento, in trincea o per pozzi, a sezione quadrata o circolare, ecc.);
- il trasporto a discarica dei materiali di risulta con mezzi idonei;
- il rinterro con misto di cava o di fine ghiaia naturale di cava o ancora con materiali di scavo preesistenti;
- la formazione dei rilevati;
- la rimozione e l'allontanamento di manufatti o tubazioni, anche in acciaio o parti di esse, per i quali non poteva essere definita esattamente la posizione.

Gli scavi si intendono da eseguire in materia di qualunque natura e consistenza. Gli sbadacchiamenti e l'eventuale armatura, anche se persa, sono già compensati nei prezzi degli stessi. I trasporti sono complessivi delle operazioni di carico, scarico e spianamento. Qualora il materiale debba essere semplicemente depositato ai lati dello scavo e successivamente rinterrato, il relativo scavo verrà considerato con trasporto e spianamento in cantiere, anche se per la parte eccedente necessita di trasporto e spianamento presso gli scarichi pubblici. Nel caso di scavi eseguiti con mezzi meccanici non sarà corrisposto nessun sovrapprezzo qualora si incontrino blocchi di muratura o simili non richiedenti, per

la loro rimozione, l'uso di martelli demolitori in luogo della scavatrice. Se lo scavo verrà eseguito in locali scantinati la profondità verrà computata a partire dal piano medio marciapiede.

In conseguenza del calcolo del prezzo convenzionale dei materiali provenienti dagli scavi da dedurre dall'importo dei lavori, considerata la tabella di calcolazione con la quale si determina il detto valore al metro cubo, il materiale stesso viene definito, ai sensi del presente Capitolato, a valore nullo e quindi va considerato nella disponibilità dell'Impresa.

### 7.3 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

- Tutti gli oneri qui descritti sono compresi nei prezzi offerti per l'esecuzione del contratto.
- Sarà cura ed onere dell'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, esperire una campagna di indagini (integrativa a quella già eseguita e disponibile all'interno della presente documentazione progettuale), allo scopo di fornire alla Direzione Lavori una esauriente documentazione sia per quanto attiene le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali che per quanto concerne la disponibilità in funzione delle esigenze quantitative e temporali derivanti dal programma di esecuzione dei lavori.
- Quanto sopra si intende valido anche per i materiali provenienti dagli scavi, che, effettuati i necessari controlli ed accettazione indicati dalla Direzione Lavori, l'Impresa ritenesse conveniente utilizzare.
- Sarà cura dell'Impresa effettuare le prove in sito e di laboratorio per accertare la buona esecuzione del lavoro.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, dei materiali utilizzati per rinterrati (ed eventualmente i rilevati).
- In presenza di paramenti flessibili e murature laterali la compattazione a ridosso delle opere dovrà essere tale da escludere una riduzione nell'addensamento e nel contempo il danneggiamento delle opere stesse. In particolare si dovrà evitare che i grossi rulli vibranti operino ad una distanza inferiore a 1.5 m da opere preesistenti.
- A ridosso dei manufatti l'Impresa dovrà usare mezzi di compattazione leggeri quali piastre vibranti, rulli azionati a mano, provvedendo a garantire i requisiti di deformabilità e densità richiesti anche operando su strati di spessore ridotto. Nella formazione di tratti di rilevato rimasti in sospeso per la presenza di tombini, canali, cavi etc. si dovrà garantire la continuità con la parte realizzata impiegando materiali e livelli di compattazione identici.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere al controllo e al contenimento di acque di falda e superficiali, provvedendo alla costruzione oltre alle opere di drenaggio definitive previste in progetto, alla realizzazione di tutte le opere provvisorie (well-point, palancolate, deviazioni, aggettamenti, etc.) che si rendessero necessarie per garantire la qualità del lavoro da eseguire. L'Impresa provvederà altresì a togliere ogni impedimento che si opponesse al regolare deflusso delle acque e ogni causa di rigurgito, anche ricorrendo all'apertura di canali fuggatori. In prossimità del ciglio delle trincee la superficie del suolo deve essere preparata in modo da impedire che

le acque vengano a cadere lungo le scarpate, anche in fase di costruzione. Pertanto l'Impresa è tenuta a scavare nel terreno naturale, a quella distanza dal ciglio che verrà fissata dalla Direzione Lavori, apposito fosso di guardia delle dimensioni che verranno stabilite di volta in volta in relazione alle condizioni locali, con pendenza conveniente, allontanando adeguatamente dal ciglio a monte del fosso la terra di risulta.

- Sarà cura dell'Impresa provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave di prestito, così come al trasporto di quelli provenienti dagli scavi.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere alla profilatura delle scarpate, delle banchine e dei cigli ed alla costruzione degli arginelli se previsti, nonché alla maggiorazione delle dimensioni di progetto dei rilevati per tener conto dell'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle previste nel progetto.
- Sarà onere dell'Impresa portare a discarica tutto il materiale di risulta (non idoneo al riutilizzo o comunque esuberante) proveniente dagli scavi o da scarti di vagliatura del materiale accantonato per il riutilizzo. Nella scelta della discarica si dovrà tener conto che alcuni materiali potranno essere misti ai materiali impiegati per il consolidamento del terreno (o eventualmente al fango bentonitico utilizzato per stabilizzare le pareti); inoltre, se tali materiali verranno trasportati uniti, e quindi scaricati dalla benna direttamente su camion, questi dovranno disporre di cassoni a tenuta stagna.
- Le stesse disposizioni valgono anche per i materiali di risulta delle lavorazioni di pali, micropali e jet-grouting.
- Sarà cura dell'Impresa, durante tutte le fasi di lavorazione, provvedere alla protezione e conservazione dei manufatti esistenti ed all'eventuale ricostruzione, in caso di danneggiamento o temporanea rimozione, nello stato in cui si trovano prima della effettuazione dei lavori.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere alla pulizia, manutenzione e ripristino del manto stradale, sia relativamente alle strade di cantiere che alla viabilità esterna, in modo da preservare l'integrità delle superfici stradali percorse dai mezzi dell'Impresa e di garantire costantemente la percorribilità delle strade anche in relazione agli aspetti concernenti la sicurezza. Oltre a ciò l'Impresa è tenuta a sottoporre i mezzi gommati che lasciano le installazioni di cantiere ad opportuno lavaggio delle ruote.

## 7.4 PRESCRIZIONI TECNICHE PARTICOLARI

### 7.4.1 *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:

- il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;
- tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito;
- il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla D.L., previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietato la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati;
- La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla 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 delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

#### 7.4.2 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.

Nella 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.
- b) 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 AASHTO 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.
- c) 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).
  - d) Provvedere alla demolizione e/o rimozione dei trovanti di qualsiasi natura e dimensione provvedendo altresì alla frantumazione dei materiali non trasportabili e/o non riutilizzabili.
  - e) Recintare e apporre sistemi di segnaletica diurna e notturna alle aree di scavo.
  - f) Sottrarre alla viabilità il minor spazio possibile e adottare i provvedimenti necessari a rendere sicuro il transito dei veicoli e dei pedoni.
  - g) Redigere lo stato di consistenza degli edifici, qualora gli scavi abbiano sviluppo lungo strade fabbricate, con attento esame delle fondazioni degli edifici antistanti per accertare natura, consistenza e profondità delle fondazioni stesse; qualora qualche fabbricato presenti lesioni, o induca a prevederne la formazione in seguito ai lavori, sarà obbligo dell'Impresa redigerne lo stato di consistenza in contraddittorio con le proprietà interessate, corredandolo di idonea documentazione fotografica ed installando, all'occorrenza, idonee spie.
  - h) Provvedere, a proprie cure e spese, con qualsiasi sistema (paratie, palancolate, sbadacchiature, puntellamenti, armature a cassa chiusa, etc.), al contenimento delle pareti degli scavi, in accordo a quanto prescritto dai documenti di progetto, ed in conformità alle norme di sicurezza e compensate con i prezzi relativi (sicurezza).
  - i) L'Impresa potrà proporre l'installazione di armature a protezioni permanenti qualora le ritenga necessarie per la stabilità degli scavi e per evitare eventuali danni a persone o cose. In questo caso l'Impresa, per ottenere il pagamento della armatura prescelta, dovrà sottoporre all'approvazione della Direzione Lavori il tipo ed il numero delle armature. Malgrado tale approvazione l'Impresa resta il solo ed unico responsabile circa la piena efficienza e funzionalità della armatura adottata a sostegno degli scavi.
  - j) 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.
  - k) 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.
  - l) 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.
- m) I materiali provenienti dagli scavi, in genere, dovranno essere reimpiegati nella formazione dei rilevati o di altre opere in terra. Il reimpiego sarà subordinato all'esito di prove di idoneità, eseguite a cura dell'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.

I materiali, che, invece, risulteranno non idonei al reimpiego, dovranno essere trasportati, a cura e spesa dell'Appaltatore, a rifiuto nelle discariche indicate in progetto o individuate in corso d'opera, qualunque sia la distanza, dietro formale autorizzazione della D.L.(ordine di servizio), fatte salve le vigenti norme di legge e le autorizzazioni necessarie da parte degli Enti preposti alla tutela del territorio e dell'ambiente, fermo restando che all'Appaltatore verrà riconosciuto un sovrapprezzo per il trasporto del materiale a discarica per distanze superiori ai 5 km, misurati per il percorso stradale più breve dal punto più vicino del cantiere come da voce di Elenco Prezzi.

L'Appaltatore, a sua cura e spesa, dovrà ottenere la disponibilità delle aree di discarica e/o di deposito, dei loro accessi, e dovrà provvedere alle relative indennità, nonché alla sistemazione e alla regolarizzazione superficiale dei materiali di discarica secondo quanto previsto in progetto e/o prescritto dall'Ente Concedente la discarica. Per i materiali ritenuti idonei ma in esubero rispetto alla quantità occorrente per la formazione dei rilevati, la D.L. a suo insindacabile giudizio, potrà ordinare all'Appaltatore di accantonare i materiali provenienti dalla escavazione delle gallerie o dagli scavi di sbancamento, su apposite aree per il loro riutilizzo, anche su altri lotti contigui, senza che l'Appaltatore possa pretendere nulla, rimanendo a carico dell'Amministrazione le relative indennità di occupazione temporanea ed all'Appaltatore la sistemazione e la regolarizzazione superficiale dei materiali.

Naturalmente qualora il sito, da adibire a deposito temporaneo, sia concordemente individuato con la D.L. a distanza superiore ai 5 km, le maggiori distanze verranno compensate con l'apposita voce di Elenco Prezzi.

#### **7.4.2.1 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;

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

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

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

E' vietato all'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.

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

### **7.4.3 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.

#### **7.4.3.1 Bonifica**

- La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conformi 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 10006/02):
  - A1, A3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
  - A1, A2-4 , A2-5, A3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHTO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972).
- Per il materiale dei gruppi A2-4 e A2-5 , gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm (materiale sciolto).
- Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MPa (nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 e 0.15 N/mm<sup>2</sup>)

- b) Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno 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. Per il rinterro dovrà essere utilizzato materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI 10006/02).

#### **7.4.3.2 Rinterri**

- Per i rinterri da addossare alle murature si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, opportunamente compattate, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose ed, in genere, di tutte quelle che, con l'assorbimento di acqua, si rammolliscono e si gonfiano generando spinte sulle murature. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.
- Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI 10006/02) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7;
- Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrato 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.

#### **7.4.3.3 Sistemazione superficiale**

- La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A1 ed A3 (UNI 10006/02), con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHTO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto. Il materiale appartenente al gruppo A3 dovrà presentare un coeff. di uniformità (D60/D10) maggiore o uguale a 7.

### **7.4.4 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.

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

Si considerano separatamente le seguenti categorie di lavori:

- Piano di imposta dei rilevati;
- Rilevati stradali;

- Rilevati realizzati in terra rinforzata;
- Rilevati speciali sperimentali.

La classificazione delle terre e la determinazione del loro gruppo di appartenenza sarà conforme alle norme UNI 10006/02, di cui alla Tabella 2 riportata nel paragrafo dedicato alle “specifiche di controllo” del presente capitolo.

#### 7.4.4.2 Piano di imposta dei rilevati

- Strato di transizione (Rilevato-Terreno)

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

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

- Strato granulare anticapillare

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

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

- Telo Geotessile “tessuto non tessuto”

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

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

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

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

Caratteristiche tecniche	POLIPROPILENE
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/5 cm)	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.

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

Il piano di stesa del geotessile dovrà essere perfettamente regolare.

Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

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

#### ***7.4.4.3 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.

- ***Formazione dei piani di posa dei rilevati***

I piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui od opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione Lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti di norma alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna e saranno ottenuti praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di capacità portante.

Quando alla suddetta quota si rinverranno terreni appartenenti ai gruppi A1, A2, A3 (classifica UNI 10006/02) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima Proctor modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire la compattazione.

Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di cm 20 al di sotto del piano di campagna appartengano ai gruppi A4, A5, A6, A7 (classifica UNI 10006/02), la Direzione Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A1 e A3.

Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima Proctor modificata.

La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se ordinato dalla Direzione Lavori.

E' categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati.

Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati.

Nei terreni in sito particolarmente sensibili all'azione delle acque, occorrerà tener conto dell'altezza di falda delle acque sotterranee e predisporre, per livelli di falda molto superficiali, opportuni drenaggi; questa lavorazione verrà compensata con i relativi prezzi di elenco.

Per terreni di natura torbosa o comunque ogni qualvolta la Direzione Lavori non ritenga le precedenti lavorazioni atte a costituire un idoneo piano di posa per i rilevati, la Direzione Lavori stessa ordinerà tutti quegli interventi che a suo giudizio saranno ritenuti adatti allo scopo, i quali saranno eseguiti dall'Impresa a misura in base ai prezzi di elenco.

Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali.

Comunque la Direzione Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante la misurazione del modulo di deformazione determinato con piastra da 30 cm di diametro. Tale valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,05 e 0,15 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 15 MPa.

- Formazione dei piani di posa delle fondazioni stradali in trincea

Anche nei tratti in trincea, dopo aver effettuato lo scavo del cassonetto si dovrà provvedere alla preparazione del piano di posa della sovrastruttura stradale, che verrà eseguita, a seconda della natura del terreno, in base alle seguenti lavorazioni:

- quando il terreno appartiene ai gruppi A1, A2, A3 (classifica UNI 10006/02) si procederà alla compattazione dello strato di sottofondo che dovrà raggiungere in ogni caso una densità secca almeno del 95% della densità di riferimento, per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto;
- quando il terreno appartiene ai gruppi A4, A5, A6, A7, A8 (classifica UNI 10006/02) la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, la sostituzione del terreno stesso con materiale arido per una profondità al di sotto del piano di cassonetto, che verrà stabilita secondo i casi, mediante apposito ordine di servizio dalla Direzione Lavori.

Per la preparazione del piano di posa si dovrà raggiungere una densità secca almeno del 95% di quella di riferimento per uno spessore di cm 30 al di sotto del piano di cassonetto.

Il comportamento globale dei cassonetti in trincea sarà controllato dalla Direzione dei Lavori mediante la misurazione del modulo di deformazione il cui valore, misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento, al primo ciclo di carico e nell'intervallo di carico compreso fra 0,15 e 0,25 N/mm<sup>2</sup>, non dovrà essere inferiore a 50 MPa.

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



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 ( $D_{60}/D_{10}$ ) 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.

Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente cm 50, per le terre appartenenti ai gruppi A<sub>1</sub> e A<sub>3</sub>, e non eccedente cm 30, per le terre appartenenti ai gruppi A<sub>2-4</sub> e A<sub>2-5</sub>.

A compattazione avvenuta i materiali dovranno presentare una massa volumica del secco pari o superiore al 90% della massa volumica del secco massima individuata dalle prove di compattazione AASHTO 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.

Ogni strato sarà costipato alla densità sopra specificata procedendo alla preventiva essiccazione del materiale se troppo umido, oppure al suo innaffiamento, se troppo secco, in modo da conseguire una umidità non diversa da quella ottima predeterminata in laboratorio, ma sempre inferiore al limite di ritiro.

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

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

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

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

Quando siano prevedibili cedimenti del piano di appoggio dei rilevati superiori ai 15 cm, l'Appaltatore sottoporrà alla D.L. un piano per il controllo dell'evoluzione dei cedimenti.

La posa in opera delle apparecchiature necessarie a tale scopo, e il rilevamento dei cedimenti saranno eseguite a cura e spese dell'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.

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

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.

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.

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

Per quanto riguarda le terre provenienti da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi 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, punto 2.4.8.1 e seguenti ), 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

L'Impresa non potrà procedere alla stesa degli strati successivi senza la preventiva approvazione della Direzione Lavori

Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti.

Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta.

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

Pur lasciando libera la scelta del mezzo di costipamento da usare, si prescrive per i terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> un costipamento a carico dinamico-sinusoidale e per terreni di rilevati riportabili ai gruppi A<sub>4</sub>, A<sub>5</sub>, A<sub>6</sub>, A<sub>7</sub> un costipamento mediante rulli a punte e carrelli pigiatori gommati.

In particolare, in adiacenza dei manufatti, che di norma saranno costruiti prima della formazione dei rilevati, i materiali del rilevato dovranno essere del tipo A1, A2, A3 e costipati con energia dinamica di impatto.

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

L'inclinazione da dare alle scarpate sarà quella di cui alle sezioni di norma allegate al progetto.

Man mano che si procede alla formazione dei rilevati, le relative scarpate saranno rivestite con materiale ricco di humus dello spessore non superiore a cm 30 proveniente o dalle operazioni di scoticamento del piano di posa dei rilevati stessi, o da cave di prestito, ed il rivestimento dovrà essere eseguito a cordoli orizzontali e da costiparsi con mezzi idonei in modo da assicurare una superficie regolare.

Inoltre le scarpate saranno perfettamente configurate e regolarizzate procedendo altresì alla perfetta profilatura dei cigli.

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.

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 da 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 autorizzata 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.

#### **7.4.4.4 Rilevati rinforzati**

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

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

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

La compattazione di detti materiali dovrà risultare tale da garantire una massa volumica del secco misurata alla base di ciascuno strato, non inferiore al 95% della massa volumica del secco massima individuata mediante la prova AASHTO Mod (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), ed il modulo di deformabilità (CNR 146 - 1992) non dovrà essere inferiore ai 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.

- 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.

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

#### ***7.4.4.5 Rilevati Speciali Sperimentali***

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

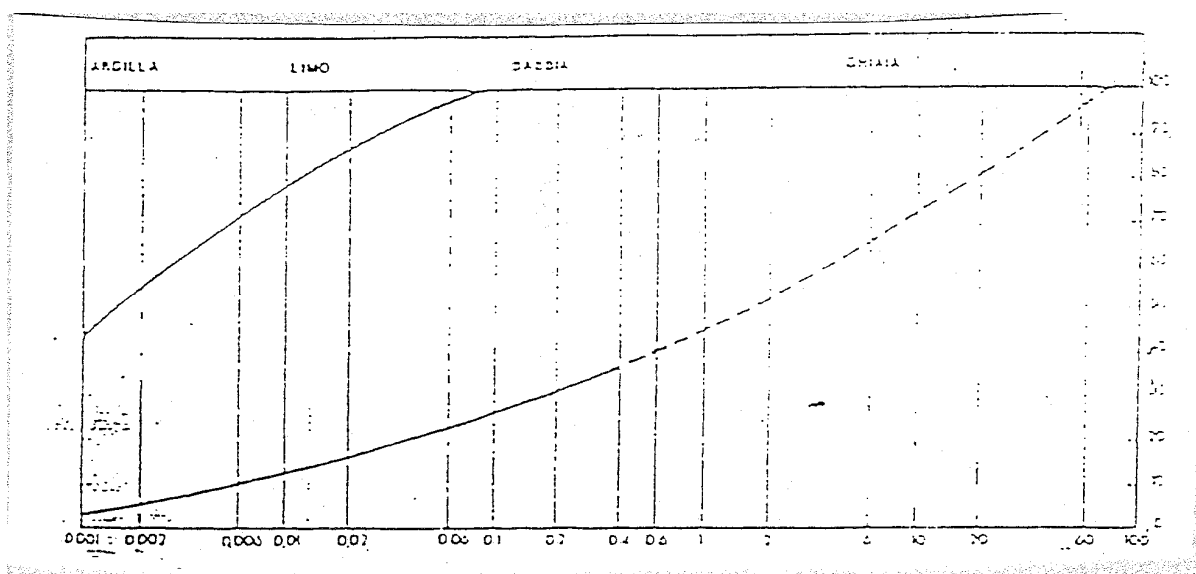
Si distinguono in:

- rilevati in terra stabilizzata/migliorata;
- rilevati con materiali riciclati.
- *Rilevati in terra stabilizzata/migliorata e consolidamento piano di appoggio*
  - *Terra stabilizzata a calce*

La terra stabilizzata a calce è una miscela composta da terra, calce viva od idrata e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento,

risultino di adeguata capacità portante, di adeguata indeformabilità, nonché stabili all'azione dell'acqua e del gelo (CNR 36 - 1973).

Una terra affinché risulti adatta alla stabilizzazione a calce deve essere di tipo limo-argilloso ed avere indice di plasticità normalmente maggiore o uguale a 10. Possono essere stabilizzate a calce anche terre ghiaioso-argillose, ghiaioso-limose, sabbioso-argillose e sabbioso-limose (tipo A<sub>2-6</sub> e A<sub>2-7</sub>) qualora presentino una frazione di passante al setaccio 0,4 UNI non inferiore al 35%. Possono essere trattate con calce anche le "vulcaniti vetrose" costituite da rocce pozzolaniche ricche di silice amorfa reattiva. La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato (CNR 36 - 1973):



il diametro massimo degli elementi viene definito in funzione dell'impiego della miscela (CNR n.36 - 1973).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- o Terra stabilizzata a cemento

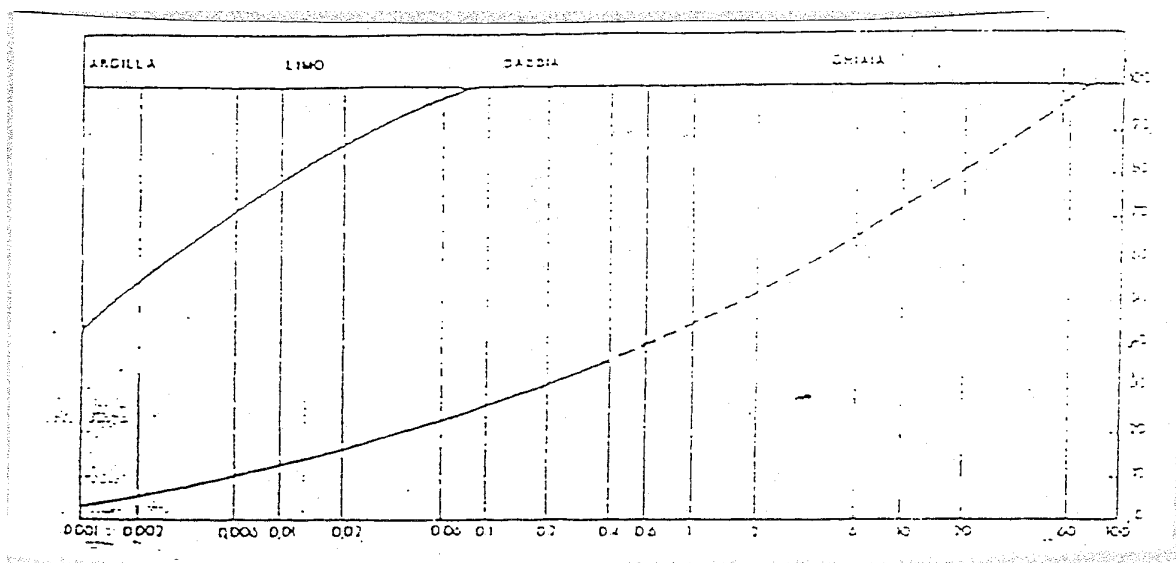
La terra stabilizzata a cemento è una miscela composta da terra, cemento e acqua, in quantità tali da modificare le caratteristiche fisico - chimico e meccaniche della terra onde ottenere una miscela idonea per la formazione di strati che, dopo costipamento, risultino di adeguata capacità portante, di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

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

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

La loro curva granulometrica deve rientrare nel fuso appresso riportato:





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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

dell'indice CBR, della massa volumica del secco, i corrispondenti valori di umidità ottima e l'eventuale resistenza a compressione.

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

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

o Piano di appoggio del rilevato

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

- Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>, (CNR 146 - 1992);

- Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30, con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa, nell'intervallo di carico tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

o Piano di appoggio della sovrastruttura (sottofondo)

Il valore minimo prescritto per l'indice CBR all'umidità ottima (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup>

o Rilevati

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

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

- Per altezze di rilevato da 0 a 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR (CNR - UNI 10009) dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 60 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1%.

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 50 Mpa, nell'intervallo di carico compreso tra 0.15 - 0.25 N/mm<sup>2</sup> (CNR 146 - 1992);

- Per altezza di rilevato oltre i 2 metri:

il valore minimo prescritto per l'indice CBR dopo sette giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua deve risultare non inferiore a 30 con un corrispondente rigonfiamento non maggiore del 1,5%

Per quanto riguarda le caratteristiche di indeformabilità, queste dovranno risultare non minori di 20 MPa (CNR 146 - 1992), nell'intervallo di carico compreso tra 0.05 - 0.15 N/mm<sup>2</sup>.

- o Resistenza al gelo

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

- o Modalità di lavorazione

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

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

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

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

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

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

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

- scarificazione ed eventuale polverizzazione con ripper di motolivellatrici o con lame scarificatrici ed erpici a disco;

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

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

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

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

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

- Rilevati con materiali riciclati da Rifiuti speciali da demolizione edile

In alternativa ai materiali naturali rispondenti alla classificazione UNI 10006/02, 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.

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

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.

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

I componenti lenticolari non dovranno essere (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 del 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 Fasc. 4 art. 23 modificato), condotta sulla parte di aggregato passante al setaccio 38.1 e trattenuto al setaccio 9.51 (Los Angeles classe A); sarà ritenuto idoneo il materiale con sensibilità al gelo  $G \leq 30$ ;

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

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

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

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

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

- o 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;
- o 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;
- o 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, 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.

- *Rilevati con materiali riciclati da Rifiuti speciali industriali - scorie*

Sempre in alternativa ai materiali rispondenti alla classificazione UNI 10006/02 può, essere previsto nella costruzione di rilevati l'impiego di materiali provenienti da scorie industriali - loppe d'altoforno, esclusivamente di nuova produzione e comunque non sottoposte a periodi di stoccaggio superiori ad un anno.

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

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

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

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

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

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

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

- la curva granulometrica, dovrà presentare un passante al setaccio 0.075 mm, non superiore al 10 %, ed un coefficiente di disuniformità maggiore o uguale a 7;
- l'attività del materiale (caratterizzata dal coefficiente  $\alpha$ ) dovrà essere compresa tra 20 e 40; l'attività  $\alpha$  risulta così definita: coefficiente calcolato dividendo per 1000 il prodotto della superficie specifica ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ), determinata con il permeabilmetro di Blain opportunamente adattato, per la friabilità intera come percentuale di elementi  $< 80 \mu\text{m}$ , ottenuti dopo opportuna frantumazione (Mode operatoir LCPC: Measure du coefficient  $\alpha$  d'activé du latier granulé de heurt fornean - 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. 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  $\text{N}/\text{mm}^2$  sul piano di posa della fondazione della pavimentazione stradale in rilevato;
- 20 MPa: nell'intervallo compreso tra 0.05 - 0.15  $\text{N}/\text{mm}^2$  sui restanti strati del rilevato oltre 1,00 m al di sotto della pavimentazione stradale;

#### 7.4.5 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.

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

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

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

Lo spessore non dovrà risultare superiore ai seguenti limiti:

- 50 cm per rilevati formati con terre appartenenti ai gruppi A<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 AASHTO Modificata (CNR 69 - 1978) (CNR 22 - 1972).

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

Il cemento sarà del tipo normale ed in ragione di 25-50 kg/m<sup>3</sup> di materiale compattato.

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

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

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

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

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

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

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

Si potrà provvedere all'inerbimento mediante sistemi alternativi ai precedenti, purché concordati con la Direzione Lavori.

Qualora si dovessero manifestare erosioni di sorta, l'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 nuovi materiali come quelli finora impiegati e dovranno essere ripetute le prove di controllo delle compattazioni e della deformabilità.

Qualora si dovessero costruire dei rilevati non stradali (argini di contenimento), i materiali provenienti da cave di prestito potranno essere solo del tipo  $A_6$  e  $A_7$ .

Restando ferme le precedenti disposizioni sulla compattazione.

- Condizioni climatiche

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

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

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

#### **7.4.6 Specifiche di controllo**

##### **7.4.6.1 Disposizioni generali**

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.

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

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 10006/02 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 10006/02 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 10006/02 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

#### 7.4.6.2 Controllo dei rilevati

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

La frequenza minima delle prove ufficiali sarà quella indicata nella allegata Tabella 1, 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 le Norme UNI 10006/02, e riportati nell'allegata Tabella 2.

- 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 AASHTO Modificata (CNR 69 -1978).

La caratterizzazione e frequenza delle prove è riportata in Tabella 1.

- 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 presso Laboratorio Ufficiale. 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 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.

La frequenza e le modalità delle prove sono riportate nella Tabella 1.

Durante il corso della realizzazione dei rilevati sarà inoltre necessario verificare la stesura ed il livellamento degli strati. Per quanto concerne gli spessori massimi degli strati, si dovranno accertare i seguenti valori:

- Per terre dei gruppi A1, A3, (Norma UNI 10006/02) spessore massimo 50 cm (Materiale Sciolto)
- Per terre dei gruppi A2-4, A2-5, A2-6, A2-7, A4 e A6 (UNI 10006/02) spessore massimo 30 cm (Materiale sciolto)
- Per l'utilizzo di frammenti rocciosi (della dimensione massima di 25 cm) spessore massimo 50 cm

Si verificherà inoltre che la pendenza trasversale della superficie superiore dello strato finito, dopo compattazione, sia di circa il 3% e che le scarpate dei rilevati mantengano pendenze non superiori a quelle riportate in progetto.

Le sopraccitate verifiche saranno effettuate per ogni strato e almeno per ogni 1000 mq

**TABELLA 1****Frequenza delle prove (almeno 1 ogni m<sup>3</sup> )**

TIPO DI PROVA	RILEVATI STRADALI				TERRE RINFORZATE	
	<i>Corpo del rilevato</i>		<i>Ultimo strato di cm 30</i>		primi m <sup>3</sup>	5000 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 10006/02	500	10000	500	2500	500	5000
Costipamento AASHTO Mod. CNR n. 69	500	10000	500	2500	500	5000
Massa volumica in B.U. CNR n.22	250	5000	250	1000	250	1000
Prova di carico su piastra CNR 146 - 92	*	*	500	2000	1000	5000
Controllo umidità	**	**	**	**	**	**
Resistività	*	*	*	*	500	5000
pH	*	*	*	*	500	5000
Solfati e cloruri	*	*	*	*	5000	5000
<p>* Su prescrizione delle Direzione Lavori</p> <p>** Frequenti e rapportate alle condizioni meteorologiche locali e alle caratteristiche di omogeneità dei materiali portati a rilevato</p>						

**TABELLA 2****Formazione del Rilevato - Generalità, caratteristiche e requisiti dei materiali**

Prospetto I - Classificazione delle terre													
Classificazione generale	Terre ghiaio - sabbiose 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	
	A 1		A 3	A 2				A 4	A 5	A 6	A 7		A 8
Sottogruppo	A 1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6	
Analisi granulometrica . Frazione passante allo staccio													
2 UNI2332 %	$\leq$ 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,4 UNI2332 %	$\leq$ 30	$\leq$ 50	$>$ 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,075 UNI2332 %	$\leq$ 15	$\leq$ 25	$\leq$ 10	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$\leq$ 35	$>$ 35	$>$ 35	$>$ 35	$>$ 35	$>$ 35	$>$ 35
Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI2332													
Limite liquido	—	—	—	$\leq$ 40	$>$ 40	$\leq$ 40	$>$ 40	$\leq$ 40	$>$ 40	$\leq$ 40	$>$ 40	$>$ 40	$>$ 40
Indice di plasticità	$\leq$ 6	—	N.P.	$\leq$ 10	$\leq$ 10max	$>$ 10	$>$ 10	$\leq$ 10	$\leq$ 10	$>$ 10	$>$ 10	$>$ 10	$>$ 10
											(IP $\leq$ IL-30)	(IP $>$ LL-30)	

<b>Prospetto I - Classificazione delle terre</b>										
<b>Classificazione generale</b>	<b>Terre ghiaio - sabbiose</b> <b>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 <math>\leq</math> 35%</b>				<b>Terre limo - argillose</b> <b>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 <math>&gt;</math> 35%</b>				<b>Torbe e terre organiche palustri</b>	
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 grassa, pomice, scorie vulcaniche, pozzolane	Sabbia fine	Ghiaia o sabbia limosa o argillosa		Limi poco compressibili	Limi poco compressibili	Argille poco compressibili	Argille fortemente compressibili	Argille fortemente plastiche	Torbe di recente o remota formazione, detriti organici di origine palustre
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 o lieve		Media		Molto elevata		Media	Elevata	Media	
Ritiro o rigonfiamento	Nullo		Nullo o lieve		Lieve o medio		Elevato	Elevato	Molto elevato	
Permeabilità	Elevata		Media o scarsa				Scarsa o nulla			

<b>Prospetto I - Classificazione delle terre</b>						
<b>Classificazione generale</b>	<b>Terre ghiaio - sabbiose</b> <b>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 <math>\leq</math> 35%</b>			<b>Terre limo - argillose</b> <b>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 <math>&gt;</math> 35%</b>		<b>Torbe e terre organiche palustri</b>
Identificazione dei terreni in sito	Facilmente individuabile	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
<p>* 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 comparirà comprimendo il campione fra le dita.</p>						



#### ***7.4.6.3 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 - 1972). La frequenza delle prove è stabilita in una prova ogni 2000 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.

Si dovrà inoltre procedere alla classificazione secondo le Norme UNI 10006/02. Con frequenza delle prove di 1 prova ogni 10000 mc con un minimo di una prova per ogni opera.

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

#### ***7.4.6.4 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.

- *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 1.000 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 500 m<sup>2</sup>)
- CBR (dopo 7 giorni di stagionatura e dopo imbibizione di 4 giorni in acqua) (una ogni 500 m<sup>2</sup>)

- *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 1000 m<sup>3</sup>)

- Prova di carico con piastra circolare (una ogni 1000 m<sup>3</sup>);

- 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 1000 m<sup>2</sup>.

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.

#### **7.4.6.5 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.

- 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 AASHTO 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° 80/80), 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 500 m<sup>3</sup> di materiale da porre in opera.

- 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 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

#### **7.4.6.6 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.

- 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 AASHTO 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 200 t di materiale.

- 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 500 m<sup>3</sup> di materiale posto in opera.

#### 7.4.6.7 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 dovrà essere del tipo "a filo continuo", prodotto per estrusione del polimero .

Dovrà essere composto al 100% da polipropilene di prima scelta (con esclusione di fibre riciclate), agglomerato con la metodologia dell'agugliatura meccanica, al fine di evitare la termofusione dei fili costituenti la matrice del geotessile. Non dovranno essere aggiunte, per la lavorazione, resine o altre sostanze collanti.

Caratteristiche tecniche	POLIPROPILENE
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

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.

Dovrà essere 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.

La qualificazione del materiale sarà effettuata mediante le prove previste dalle norme UNI e dai B.U. del CNR n° 142/92, n° 143/92, n° 144/92 e n° 145/92, riportate nella seguente tabella:

Campionatura Caratteristica	Riferimento
(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
Punzonamento, 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	

Dalle prove dovranno risultare soddisfatti i seguenti requisiti:

Requisito	Valore di Riferimento
peso (UNI 5114)	≥ 300 g/m <sup>2</sup>
resistenze a trazione su striscia di cm 5 (UNI 8639)	> 19 kN
allungamento (UNI 8639)	> 60%
lacerazione (UNI 8279/9)	> 0,5 kN/m
punzonamento (UNI 8279/14)	> 3,1 kN
permeabilità radiale all'acqua alla pressione di 0,002 MPa (UNI 8279/13)	> 0,8 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 μm

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

La Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, 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 dovrà essere perfettamente regolare. Dovrà essere curata la giunzione dei teli mediante sovrapposizione di almeno 30 cm nei due sensi longitudinale e trasversale.

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

#### **7.4.6.8 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.

- 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.

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.

- Prove in situ

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.

## 8. VERNICIATURE

### 8.1 GENERALITÀ

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere protette contro la corrosione mediante uno dei cicli di pittura 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.**

### 8.2 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 polver | i | ≥ 82 %                    |
| • tipi di pigmento             |   | minio-ZnPO <sub>4</sub> . |
| • legante secco %              |   | 25 %                      |
| • spessore del film            |   | 80 ÷ 100 <sub>μ</sub>     |
| • metodo di applicazione       |   | pennello                  |

#### 2° strato

Mano intermedia al clorocaucciù pigmentata con rosso ossido, ferro micaceo, alluminio avente un ottimo potere di attacco alla mano sottostante.

Caratteristiche formulative della mano intermedia:

- |                                  |  |              |
|----------------------------------|--|--------------|
| • tipo di legante                |  | clorocaucciù |
| • PVC %                          |  | ≥ 41 %       |
| • % pigmento sul prodotto finito |  | ≥ 14 %       |

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

- tipi di pigmento rosso ossido, ferro-micaceo, alluminio
- legante secco % 28 %
- spessore del film 80 ÷ 100  $\mu$
- 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 legname clorocaucciù acrilica
- PVC %  $\geq 26$  %
- % pigmento sul prodotto finito  $\geq 26$  %
- tipo di pigmento biossido di titanio(TiO<sub>2</sub>)
- legante secco % 33 %
- spessore del film 40 $\mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

Il tutto come riportato nella tabella che segue.

**Ciclo di verniciatura <<A>>**

	1°strato	2°strato	3°strato
Tipo di legante	clorocaucciù	clorocaucciù	clorocaucciù acrilica
PVC..%	$\geq 36\%$	$\geq 41\%$	$\geq 26\%$
% pigmenti sul totale polveri	$\geq 82\%$	--	--
% Pigmenti sul prodotto finito	-	$\geq 14\%$ -	$\geq 26\%$
Tipi di pigmento	minio, fosfato di zinco (ZnPO <sub>4</sub> )	rosso ossido, ferro micaceo, alluminio	biossido titanio (Ti O <sub>2</sub> )
Legante secco %	25%	28%	33%
Spessore del film...	80 ÷ 100 $\mu$	80 ÷ 100 $\mu$	40 $\mu$
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo



### 8.3 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 ZnPO <sub>4</sub> |
| • 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 μ                              |
| • metodo di applicazione         | pennello                                |

#### 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  $30 \div 40\mu$
- metodo di applicazione pennello o rullo

### Ciclo di verniciatura << B >>

	1° strato	2° strato	3° strato
Tipo di legante	epossidico	Epossidico	poliuretanaica
PVC%	$\geq 36\%$	$\geq 40\%$	$\geq 16\%$
% pigmento sul totale polveri	$\geq 25\%$	--	--
% Pigmento sul totale finito		$\geq 11\%$ -	$\geq 26\%$
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..	$30 \div 40\mu$	$80 \div 100\mu$	$30 \div 40\mu$
Metodo di applicazione	pennello	pennello	pennello - rullo

### 8.4 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
- - % 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  $35 \div 40\mu$
- - metodo di applicazione pennello o rullo

2° strato

Mano intermedia oleofenolica di colore differenziato dalla 1° 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 | ≥ 55 %   |
| • tipi di pigmento              | ossido di piombo<br>fosfato di zinco<br>cromati di piombo<br>silico-cromati di piombo<br>ossido di ferro |
| • legante secco (resina) %      | ≥ 18 %   |
| • tipo di olio nel legante      | olio di lino e/o legno   |
| • % olio nella resina secca     | ≥ 60 %   |
| • spessore del film secco       | 35 ÷ 40 μ  |
| • 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 3<sup>a</sup> mano:

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

4° strato

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

Caratteristiche formulative della 4a mano:

- tipo di legante alchidico - cloroaucciù
- % pigmenti sul totale delle polveri  $\geq 55 \%$
- tipi di pigmento biossido di titanio (TiO<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
- spessore del film secco  $35 \div 40 \mu$
- metodo di applicazione pennello, rullo, airless

**Ciclo di verniciatura <<C>>**

	1° strato	2° strato	3° strato	4° strato
<b>Tipo di legante</b>	Oleofenolico	oleofenolico	alchidico cloroaucciù	alchidico cloroaucciù
<b>% di pigmenti sul totale polveri</b>	$\geq 55 \%$	$\geq 55 \%$	$\geq 55 \%$	$\geq 55 \%$
<b>Tipi di pigmento</b>	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	biossido di titanio, ftalocianina bleu
<b>% di Ti O<sub>2</sub> sul totale pigmenti</b>	-- -	--- -	$\geq 30\%$	$\geq 30\%$
<b>Legante secco (resina) %</b>	$\geq 18 \%$	$\geq 18 \%$	$\geq 40\%$	$\geq 40\%$
<b>Tipo di olio nel legante</b>	olio di lino e/o legno	olio di lino e/o legno	olio vegetale	olio vegetale
<b>% olio nella resina secca</b>	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$
<b>Spessore del film secco</b>	$35 \div 40 \mu$	$35 \div 40 \mu$	$35 \div 40 \mu$	$35 \div 40 \mu$
<b>Metodo di applicazione</b>	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.

### 8.5 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.

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

### 8.6 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):

**Ciclo <<A>>** Blistering: 1° strato = 9F  
 2° strato = 9M  
 3° strato = 9F  
 Ruggine: RO (ruggine assente)

**Ciclo <<B>>** Blistering: 1° strato = 9M  
 2° strato = 9M  
 3° strato = 9F  
 Ruggine: RO (ruggine assente)

**Ciclo <<C>>** Blistering: 1° strato = 9F  
 2° strato = 9F  
 3° strato = 9M  
 4° strato = 9F  
 Ruggine: RO (ruggine assente)

### 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:

**Ciclo <<A>>** 1° strato =  $90\mu$   
 2° strato =  $80\mu$   
 3° strato =  $40\mu$

**Ciclo <<B>>** 1° strato =  $30\mu$   
 2° strato =  $90\mu$   
 3° strato =  $35\mu$

**Ciclo <<C>>** 1° strato =  $35\mu$   
 2° strato =  $35\mu$   
 3° strato =  $35\mu$   
 4° strato =  $35\mu$

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 Ø 4 mm

Al termine non dovranno presentarsi screpolature o distacchi..

### 8.7 Prove di accettazione dei prodotti.

L'Appaltatore dovrà preventivamente inviare ai Laboratori autorizzati 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:
  - 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	9F	9M	9F	
2	Ruggine	RO			
3	Adesione	$G_{t_0} \div G_{t_1}$			
4	Spessore films secchi.	90 $\mu$	80 $\mu$	40 $\mu$	
5	Abrasione				
6	Brillantezza iniziale				<10 mg
7	Brillantezza finale				≥ 90%
				≥ 80%	

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

N°	Prova (ciclo <<B>>)	Fondo	Intermedia	Finitura	
1	Blistering	9M	9M	9F	
2	Ruggine	RO			
3	Adesione	G <sub>t0</sub>			
4	Spessore films secchi	30 <sub>μ</sub>	90 <sub>μ</sub>	35 <sub>μ</sub>	
5	Abrasione				<10 mg
6	Brillantezza iniziale				≥ 90%
7	Brillantezza finale				≥ 80%

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

N°	Prova (ciclo<<C>>)	Fondo	Intermedia	Intermedia	Finitura
1	Blistering	9F	9F	9M	9F
2	Ruggine				
3	Adesione	G <sub>t0</sub> ÷ G <sub>t1</sub>			
4	Spessore films secchi	35 <sub>μ</sub>	35 <sub>μ</sub>	35 <sub>μ</sub>	35 <sub>μ</sub>
5	Abrasione				< 10 <sub>μ</sub>
6	Brillantezza iniziale				≥ 90%
7	Brillantezza finale				≥ 80%



## 9. CALCESTRUZZI

### 9.1 GENERALITÀ

L'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alle verifiche di stabilità di tutte le opere incluse nell'appalto, elaborandone i particolari esecutivi ed i relativi computi metrici nei termini di tempo indicati dalla Direzione dei Lavori.

Per la determinazione della portanza dei terreni e per la conseguente verifica delle opere di fondazione, l'Impresa provvederà a sua cura e spese all'esecuzione di sondaggi e di appropriate indagini geonostiche secondo le norme di cui al D.M. 11.3.1988.

Gli elaborati di progetto, firmati dal progettista e dall'Impresa, dovranno indicare i tipi e le classi di calcestruzzo ed i tipi di acciaio da impiegare e dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori.

In particolare, prima dell'inizio dei getti di ciascuna opera d'arte, l'Impresa sarà tenuta a presentare in tempo utile all'esame della Direzione dei Lavori:

- a) i calcoli statici delle strutture ed i disegni di progetto (comprensivi delle linee di influenza delle deformazioni elastiche) che, come innanzi specificato, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori, per poi allegarli alla contabilità finale;
- b) i risultati dello studio preliminare di qualificazione eseguito per ogni tipo di conglomerato cementizio la cui classe figura nei calcoli statici delle opere comprese nell'appalto al fine di comprovare che il conglomerato proposto avrà resistenza non inferiore a quella richiesta dal progetto. Tale studio, da eseguire presso un Laboratorio ufficiale, dovrà indicare anche natura, provenienza e qualità degli inerti, granulometria degli stessi, tipo e dosaggio di cemento, rapporto acqua-cemento, tipo e dosaggio di eventuali additivi, tipo di impianto di confezionamento, valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, valutazione della lavorabilità del calcestruzzo, sistemi di trasporto, getto e maturazione.

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio del getto dei conglomerati cementizi solo dopo aver avuto dall'Impresa i certificati dello studio preliminare di cui al punto b) rilasciati dai Laboratori ufficiali suddetti ed aver effettuato gli opportuni riscontri, ivi comprese ulteriori prove di laboratorio, come indicato dall'Art. «Prove dei materiali».

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi preliminari di qualificazione, non esonerano in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad essa derivanti per legge e per pattuizione di contratto, restando stabilito che, malgrado i controlli eseguiti dalla Direzione dei Lavori, essa Impresa rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge; pertanto essa sarà tenuta a rispondere degli inconvenienti di qualunque natura, importanza e conseguenza che avessero a verificarsi.

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

### **9.1.1 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 tenuto all'osservanza:

- della Legge 5 novembre 1971, n. 1086 “ Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica” (G.U. n. 321 del 21.12.1971);
- della Legge 2 febbraio 1974, n. 64 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche” (G.U. n. 76 del 21.03.1974);
- del D.M. 19.06.1984, n. 24771 “Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 208 del 30.07.1984);
- del D.M. 29.01.1985 “Norme Tecniche – di rettifica – relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 26 del 31.01.1985);
- del Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 24.01.1986 “Norme Tecniche relative alle costruzioni sismiche” (G.U. n. 108 del 12.05.1986) e relative istruzioni emanate con Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 27690 del 19.07.1986 (Circolare ANAS. n. 55/1986);
- del D.M. 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle Norme Tecniche per la progettazione, la esecuzione ed il collaudo dei ponti stradali” (G.U. n. 24 del 29.01.1991) e sue istruzioni emanate con circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 34233 del 25.02.1991 (Circolare ANAS. n. 28/1991 del 18.06.1991).
- del D.M. 14 febbraio 1992 “Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche (S.O. alla G.U. n. 65 del 18.03.1992);
- del D.M. 9 gennaio 1996 “ Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 19 del 05.02.1996);
- del D.M. 16 gennaio 1996 “ Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 29 del 05.02.1996) e relative integrazioni, proroghe e istruzioni emanate con circolare del Ministero LL.PP. n° 65 del 10.04.1997 (S.O. alla G.U. n. 97 del 28.04.1997);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 156 del 04.07.1996 concernente “ Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche relative ai criteri generali e la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” (S.O. alla G.U. n. 217 del 16.09.1996);
- della circolare del Ministero LL.PP. n° 252 del 15.10.1996 concernente “ Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” (S.O. alla G.U. n. 227 del 26.11.1996);
- del DPR 6 giugno 2001 n° 380-Testo unico per l'edilizia;
- del DM 14 settembre 2005 - Testo Unico - Norme tecniche per le costruzioni

- 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 provvisori (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.

## 9.2 CLASSIFICAZIONE DEI CONGLOMERATI CEMENTIZI

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

**Tabella Ia**

TIPO DI CLS	IMPIEGO DEI CONGLOMERATI	CLASSI Rck (minima)	CONSISTENZA UNI 9418
I	Conci gettati in opera per ponti in c.a.p realizzati a sbalzo per conci successivi e solette di impalcato. Baggioli e cordoli.	45 Mpa	S4
II	Trasversi gettati in opera su travi prefabbricate in c.a.p. ed elevazione delle pile e delle spalle.	40 Mpa	S4
III	Malta per micropali. Strutture di fondazione delle spalle e delle pile. Strutture in elevazione e fondazione delle opere minori (muri e cordoli delle paratie).	35 Mpa	S4
IV	Cls di sottofondazione (magroni)	15 Mpa	S3
V	Cls leggeri per zone di transizione a tergo delle spalle delle opere d'arte (peso di volume non maggiore di 1800kg/m3)	15 Mpa	S3

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

S1 slump 1-5 cm
S2 slump 6-10 cm
S3 slump 11-15cm
S4 slump 16-20cm
S5 slump 21-25cm

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:

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

### **9.2.1 Durabilità dei calcestruzzi**

Le norme UNI EN 206-1 UNI 11104 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;
- 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  $R_{ck}$  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  $R_{ck}$ , 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:

**Tabella Ib**

TIPO DI CLS	Classe di esposizione	Tipo di cemento	Contenuto minimo di cemento	Massimo rapporto a/c	CLASSI Rck (minima)
I	XC4,		300 kg/m <sup>3</sup>	0.50	45 Mpa
	XF2,		300 kg/m <sup>3</sup>	0.55	
	XF4,		340 kg/m <sup>3</sup>	0.45	
	XD3.		320 kg/m <sup>3</sup>	0.45	
II	XC4,		300 kg/m <sup>3</sup>	0.50	40 Mpa
	XF2,		300 kg/m <sup>3</sup>	0.55	
III	XC2		280 kg/m <sup>3</sup>	0.60	35 Mpa
	XF2.		300 kg/m <sup>3</sup>	0.55	

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, 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'adequata 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.

### 9.3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI I CONGLOMERATI CEMENTIZI

#### 9.3.1 Cemento

Nella confezione dei conglomerati sono ammessi:

- cemento pozzolanico;
- cemento d'altoforno con contenuto di loppa non inferiore al 36%, che la Cementeria dovrà garantire specificando il metodo di misura;
- cemento Portland, solo per le strutture prefabbricate per c.a.p.

Per le altre strutture è altresì ammesso l'uso del cemento Portland, a condizione che siano rispettati i seguenti limiti: il tenore di alluminato tricalcico (C3A) sia inferiore a 8%; il rapporto a/c sia inferiore di 0.05 di quanto prescritto per gli altri cementi; la resistenza sia superiore di 5.00 Mpa rispetto a quanto previsto per i cls confezionati con gli altri cementi in conformità alle prescrizioni inerenti la durabilità di cui al paragrafo precedente.

L'Appaltatore dovrà approvvigionare il cemento presso cementerie che diano garanzie di bontà, costanza del tipo, continuità di fornitura.

La qualità del cemento dovrà essere garantita e controllata dall'istituto ICITE CNR e dal relativo marchio.

A cura ed a spese dell'Appaltatore, sotto il controllo della Direzione Lavori, dovranno essere verificate presso un Laboratorio Ufficiale le resistenze meccaniche ed i requisiti chimici e fisici del cemento secondo le Norme di cui alla Legge 26/5/1965 n. 595 D.M. 3/6/1968 e D.M. 13/9/1993 (per cementi sfusi prelievo di un campione ogni 250 t o frazione).

Copia di tutti i certificati di prova sarà custodita dalla Direzione Lavori e dall'Appaltatore. È facoltà della Direzione Lavori richiedere la ripetizione delle prove su una stessa partita qualora sorgesse il dubbio di un degradamento delle caratteristiche del cemento, dovuto ad una causa qualsiasi.

È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo; ciascun silo del cantiere o della centrale di betonaggio sarà destinato a contenere cemento di un unico tipo, unica classe ed unica provenienza, ed a tale scopo chiaramente identificato.

### **9.3.2 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 DL, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI 8520 parte 4) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali

indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di provenienza dei materiali.

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

**Copia della relativa documentazione dovrà essere custodita dalla DL e dall'Appaltatore.**

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

**Nella Tabella 2, 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.

Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m<sup>3</sup> di materiale impiegato, nonché ogni volta che la DL lo riterrà necessario.

**Tabella 2**

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI 8520 (parte 20)	Perdita di massa $\leq 4\%$ dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI 8520 (parte 19)	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI 8520 (parte 10)	Perdita di massa dopo 5 cicli $\leq 10\%$
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI 8520 (parte 11)	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI 8520 (parte 15)	$ES \geq 80$ $VB \leq 0,6 \text{ cm}^3/\text{gr}$ di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI 8520 (parte 4)	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI 8520 (parte 14)	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: • metodo chimico	UNI 8520 (parte 22)	• UNI 8520 (parte 22 punto 4)

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITA'
	Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: • metodo del prisma di malta		• UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI 8520 (parte 12)	$Cl \leq 0,05\%$
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI 8520 (parte 18)	$Cf \geq 0,15$ ( $D_{max} = 32$ mm) $Cf \geq 0,12$ ( $D_{max} = 64$ 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.		

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.

### 9.3.3 *Acqua di impasto*

L'acqua di impasto dovrà soddisfare ai requisiti stabiliti dalle norme tecniche emanate con DM 09/01/1996 in applicazione dell'Art. 21 della Legge 1086 del 5/11/1971.



L'acqua 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).

#### ***9.3.4 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.

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

#### ***9.3.5 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.

Nel caso si verifichi una perdita di lavorabilità sono ammesse riaggiunte 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 riaggiunta di additivi a piè 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.

### **9.3.6 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.

### **9.3.7 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>
<b>10</b>	<b>7</b>
<b>12.5</b>	<b>6.5</b>
<b>20</b>	<b>6</b>
<b>25</b>	<b>5</b>
<b>40</b>	<b>4.5</b>
<b>50</b>	<b>4</b>
<b>75</b>	<b>3.5</b>

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.

### 9.3.8 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	
	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 B. E. T:	20÷35 m <sup>2</sup> /g	10÷20 m <sup>2</sup> /g
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).

### 9.3.9 Additivi antiritiro

Trattasi di un additivo stagionante in grado di ridurre il ritiro idraulico e la formazione di microfessurazioni. Si impiega con ogni tipo di calcestruzzo al fine di consentire a tale materiale (il calcestruzzo) di espandere anche all'aria durante i primi giorni di stagionatura, riducendo grazie a questa proprietà la comparsa di microfessurazioni e garantire al contempo un bassissimo valore di ritiro idraulico finale.

Trattasi di un additivo liquido, esente da cloruri, atto a ridurre drasticamente il ritiro igrometrico dei calcestruzzi che in questo modo sono meno soggetti a fenomeni fessurativi. Questi additivi esplicano la loro azione attraverso la riduzione della tensione superficiale dell'acqua presenti all'interno dei pori capillari e come conseguenza di tale processo l'intensità delle forze che agiscono sulle pareti degli stessi diminuisce sensibilmente. Grazie a questo fenomeno si ha una netta riduzione del ritiro.

Dovranno essere impiegati soltanto su disposizione della Direzione Lavori, che dovrà approvarne preventivamente tipo e dosaggio. Per quanto concerne i quantitativi da aggiungere bisogna riferirsi alla scheda tecnica del particolare prodotto scelto in fase di esecuzione.

Nelle preparazione bisogna fare attenzione ed indossare guanti ed occhiali protettivi e di utilizzare le consuete precauzioni per la manipolazione dei prodotti chimici.

## 9.4 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  $R_{ck}$ ;
- \* 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 UNI 8981);
- \* 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;
- 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 di cui alla tabella 1.

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 DL 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 DL, l'Appaltatore rimane l'unica e diretta responsabile delle opere a termine di legge.

Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera.

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.

#### **9.4.1 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.

##### **9.4.1.1 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	$10^{-9}$ cm/sec
- dopo i cicli	$10^{-8}$ cm/sec

##### **9.4.1.2 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;
- 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 m<sup>2</sup> e sarà assegnata quando l'80% delle determinazioni, ricadono in uno degli intervalli di tempo riportati in tabella.

<b>TEMPO</b>	<b>GIUDIZIO</b>	<b>CATEGORIA</b>
<b>&lt; 30</b>	<b>Scarso</b>	<b>0,00</b>
<b>30 – 100</b>	<b>Sufficiente</b>	<b>1,00</b>
<b>100 – 300</b>	<b>Discreto</b>	<b>2,00</b>
<b>300 – 1000</b>	<b>Buono</b>	<b>3,00</b>
<b>&gt; 1000</b>	<b>Eccellente</b>	<b>4,00</b>

### **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.

#### ***9.4.1.3 Prova di assorbimento d'acqua***

La prova di assorbimento d'acqua alla pressione atmosferica sarà eseguita secondo UNI7699.

#### ***9.4.1.4 Prova di scagliatura in presenza di cloruri***

La prova sarà eseguita secondo la norma UNI vigente.

#### ***9.4.1.5 Prova di penetrabilità dei cloruri e solfati***

La prova di penetrabilità dei cloruri sarà eseguita secondo le norma UNI7928.

La prova di penetrabilità dei solfati sarà eseguita secondo le norma UNI8019.

### **9.5 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 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.

#### ***9.5.1 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 copriferriferi ed interferriferi, delle caratteristiche geometriche delle cassaforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

I controlli saranno quelli riportati in tabella 2 nel paragrafo precedente.

### **9.5.2 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 DL potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali.

Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della  $R_{ck}$  inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'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 DL richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate, questo prelievo da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi.

Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature.

Con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione Lavori verrà fissata un'area non superiore a  $0,1 \text{ m}^2$ , su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta. Si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- Verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro.
- Tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo.
- Se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina.
- Di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La DL si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.
- Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi.
- Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

*La stima delle caratteristiche meccaniche sui provini cubici e/o cilindrici ricavati dal carotaggio della struttura potrà essere effettuata adottando la metodologia di seguito descritta.*

*L'affidabilità della stima della resistenza caratteristica del conglomerato cementizio si dovrà basare sul numero di provini  $n$  il cui diametro, di norma non inferiore a 100 mm, dovrà essere compreso tra 2,5 e 5 volte il diametro massimo dell'aggregato impiiegato.*

*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).*

*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:*

$$R_i = 2.5R_{ck} / (1.5 + 1/s)$$

$$R_i = 2.3R_{ck} / (1.5 + 1/s)$$

*Dove  $R_{ck}$  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:**

$$F_{stim} = (1 - (12\% / (n)^{1/2})) R_i / n$$

*dove:*

- \*  $F_{stim}$  = resistenza stimata del lotto di conglomerato cementizio;
- \*  $n$  = numero dei provini relativi al lotto di conglomerato cementizio indagato;
- \*  $R_i$  = resistenza cubica del singolo provino prelevato.

*Tale resistenza dovrà essere incrementata di un coefficiente  $b$ , assunto pari a 1,20, per tenere in considerazione eventuali disturbi arrecati dal carotaggio, differenti condizioni di costipazione, maturazione, conservazione tra il conglomerato cementizio gettato in opera e quello dei provini cubici prelevati per determinare la resistenza caratteristica  $R_{ck}$ .*

*Pertanto, se :*

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 > R_{ck}$$

*la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera è conforme a quella prevista in progetto;*

*ovvero, se:*

$$(F_{stim} * b) - 3,5 \text{ N/mm}^2 < R_{ck}$$

*la resistenza caratteristica del lotto di conglomerato cementizio posto in opera non è conforme a quella prevista nel progetto ed in tal caso la DL, sentito il progettista, al fine di accettare si riserva di adottare più accurate determinazioni e verifiche che saranno a totale carico dell'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 DL.*

### **9.5.3 Controllo della lavorabilità**

La prova di consistenza si eseguirà misurando l'abbassamento al cono di Abrams (slump), come disposto dalla Norma UNI 9418/89. 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.

### **9.5.4 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).

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.

### **9.5.5 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.

### **9.5.6 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.

#### ***9.5.7 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.

#### ***9.5.8 Controllo della Rckj***

Potrà essere richiesto il controllo il controllo della Rck per diverse epoche di maturazione su campioni appositamente prelevati durante le operazioni di posa in opera.

#### ***9.5.9 Controllo della peso di volume***

Potrà essere richiesto il controllo il controllo del peso di volume sia per i cls ordinari sia per i cls alleggeriti.

### **9.6 TECNOLOGIA ESECUTIVA DELLE OPERE**

#### ***9.6.1 Confezione dei conglomerati cementizi***

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione Lavori.

Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati.

La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%.

Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno.

Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume.

La dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivi dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione Lavori.

Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale.

Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale).

Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia.

Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie.

La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco.

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

Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti.

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

I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica.

Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare.

Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità di cui al punto 1.5.5.

Per quanto non specificato, vale la Norma UNI 7163 – 79.

L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera).

Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'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.

La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio.

L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla DL, anche se non previsti negli studi preliminari.

In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'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.

### **9.6.2 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:

- 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 DL.

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.

### **9.6.3 Casseforme**

Per tali opere provvisorie l'Impresa comunicherà preventivamente alla Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie 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 atto a consentire la realizzazione delle opere 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 particolare:

- 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.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo 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.

#### **9.6.3.1 Caratteristiche delle casseforme**

Per quanto riguarda le casseforme è prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompresi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima



riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno l'Impresa dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'Impresa avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866; qualora sia previsto l'utilizzo di calcestruzzi 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.

Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiaccia cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### **9.6.3.2 Pulizia e trattamento**

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato il medesimo prodotto. Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà avvenire contemporaneamente al getto.

#### **9.6.3.3 Predisposizione di fori, tracce e cavità**

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttrive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

#### **9.6.4 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 provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione Lavori dei relativi progetti.

Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme.

La Direzione Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della superficie di casseforme trattate.

Dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato.

A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.

Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo.

Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'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.

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 formatisi, 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.

### **9.6.5 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:

- deviazione dalla posizione relativa:  $\pm 10$ mm;
- deviazione dalla verticale:  $\pm 5$  mm in 3 ml, con un massimo di  $\pm 15$  mm.

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.

#### **9.6.6 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 compensi.

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.

#### **9.6.7 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.

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 innestate 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).

#### **9.6.8 Posa in opera in climi caldi**

**Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato.**

Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto.

Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla DL.

E' tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte.

Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN 206-1 UNI 11104.

### **9.6.9 Stagionatura e disarmo**

#### **9.6.9.1 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.

Le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2.

La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione Lavori ed a spese dell'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 antievaporanti 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 DL potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto ai seguenti paragrafi.

### **9.6.10 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);
- il gradiente di temperatura di riscaldamento e quello di raffreddamento non deve superare 15 K/h (°C/h), e dovranno essere ulteriormente ridotti qualora non sia verificata la condizione di cui al successivo quarto punto;
- la temperatura massima del calcestruzzo non deve in media superare 333 K (60 °C);
- 
- la differenza di temperatura tra quella massima all'interno del conglomerato cementizio e ambiente a contatto con il manufatto non dovrà superare i 10 K (10 °C)
- Il controllo, durante la maturazione, dei limiti e dei gradienti di temperatura, dovrà avvenire con apposita apparecchiatura che registri l'andamento delle temperature nel tempo;
- la procedura di controllo di cui al punto precedente, dovrà essere rispettata anche per i conglomerati cementizi gettati in opera e maturati a vapore.

In ogni caso i provini per la valutazione della resistenza caratteristica a 28 giorni, 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.

### **9.6.11 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 DL potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione.

In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

#### ***9.6.12 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 UNI 11104.

#### ***9.6.13 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, polioossipropilene, polioossicloropropilene), 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 silconiche a base di elastomeri polimerizzabili o polisolfuri che dovranno assicurare la tenuta all'acqua, l'elasticità sotto le deformazioni previste, una aderenza perfetta alle pareti, ottenuta anche a mezzo di idonei primers, non colabili sotto le più alte temperature previste e non rigidi sotto le più basse, mantenendo il più a lungo possibile nel tempo le caratteristiche di cui sopra dopo la messa in opera.

E' tassativamente proibita l'esecuzione di giunti obliqui formanti angolo diedro acuto (muro andatore, spalla ponte obliquo, ecc.).

In tali casi occorre sempre modificare l'angolo diedro acuto in modo tale da formare con le superfici esterne delle opere da giuntare angoli diedri non inferiori ad un angolo retto con facce piane di conveniente larghezza in relazione al diametro massimo degli inerti impiegati nel confezionamento del conglomerato cementizio di ogni singola opera.

### **9.6.13.1 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.

## **9.7 ACCIAIO PER C.A. E C.A.P.**

### **9.7.1 Acciaio ordinario per c.a. ad aderenza migliorata**

Le diverse tipologie di acciaio impiegabili sono:

- Acciaio tipo B450C
  - -barre d'acciaio ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ ), rotoli ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
  - -prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$ ;
  - -reti elettrosaldate:  $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ ;
  - -tralicci elettrosaldati  $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ .
  
- Acciaio tipo B450A
  - -barre d'acciaio ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ), rotoli ( $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ );
  - -prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 10 \text{ mm}$ ;
  - -reti elettrosaldate:  $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ ;
  - -tralicci elettrosaldati  $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$ .

Ognuno di questi prodotti deve possedere tutti i requisiti previsti dal DM 14-01-2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova e le condizioni di prova. L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.



### **9.7.1.1 Controlli sull'acciaio**

I controlli avverranno con le modalità e le frequenze indicate nei punti seguenti. Si precisa che per tutte le forniture dichiarate non idonee (e conseguentemente rifiutate) dalla Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese all'allontanamento dal cantiere ed al rimpiazzo con nuove forniture.

#### Controllo della documentazione

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai saldabili B450C e B450A ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel DM 14-01-2008 al § 11.3.1.6 e controllati con le modalità riportate nei §§ 11.3.2.10 e 11.3.2.11 del citato decreto. Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate da copia dell'"Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. -Servizio Tecnico Centrale.

I centri di trasformazione sono impianti esterni alla fabbrica e al cantiere, fissi o mobili, che ricevono dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confezionano elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere (staffe, ferri piegati, gabbie, ecc.), pronti per la messa in opera o per successive ulteriori lavorazioni. Tali centri devono possedere i requisiti ed operare in conformità alle disposizioni dei §§ 11.3.1.7 e 11.3.2.10.3 del DM 14-01-2008.

Per i prodotti provenienti dai centri di trasformazione è necessaria la documentazione atta ad assicurare che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal DM 14-01-2008. Inoltre dovrà essere fornita alla Direzione dei Lavori la seguente documentazione aggiuntiva:

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (che può anche essere inserita nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli "Attestati di Qualificazione" dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera provvederà a verificare quanto sopra indicato; in particolare controllerà la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture saranno rifiutate.

#### Controlli di accettazione

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel DM 14-01-2008 al § 11.3.2.10.4.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato e per tre differenti diametri delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio, 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 agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del DM 14-01-2008, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.2.10.4 del DM 14-01-2008.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

#### **9.7.1.2 Lavorazioni in cantiere -Raggi minimi di curvatura**

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura. Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nella UNI EN 19921-1 (Eurocodice 2) al § 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"

#### **9.7.1.3 Deposito e conservazione in cantiere**

Alla consegna in cantiere, l'Impresa avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

#### **9.7.2 Acciaio inossidabile per c.a. ad aderenza migliorata**

Gli acciai inossidabili, se il loro impiego è previsto in progetto, dovranno rispettare tutte le caratteristiche previste al § 11.3.2.9.1 del DM 14-01-2008.

<b>Diametro barra</b>	<b>Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci</b>
$\varnothing \leq 16 \text{ mm}$	4 $\varnothing$
$\varnothing > 16 \text{ mm}$	7 $\varnothing$

Per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre, nonché per le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova e l'accettazione delle forniture si procederà come per gli acciai ordinari.

### **9.7.3 Acciaio per c.a. ad aderenza migliorata zincato a caldo**

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

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

Per gli acciai da zincare a caldo valgono le medesime regole sulla qualità e sulle verifiche indicate al relativo punto della presente Sezione.

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%.

#### **9.7.3.2 Zincatura a caldo per immersione**

##### Trattamento preliminare

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

##### Immersione in bagno di zinco

Dovrà essere impiegato zinco vergine o di prima fusione in pani da fonderia, corrispondente alla designazione Zn 99,99 delle Norme UNI EN 1179/05, 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' di superficie effettivamente rivestita, corrispondente ad uno spessore di 85 gm  $\pm$  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

Le verifiche saranno condotte per unità di collaudo costituite da partite del peso max di t 25.

Oltre alle prove previste nei relativi punti precedenti dovranno essere effettuate anche le prove di seguito descritte, per verificare la rispondenza del trattamento di zincatura alle prescrizioni del precedente punto

In primo luogo la Direzione Lavori procederà in contraddittorio con l'Impresa ad una accurata ispezione visiva della partita per accertare lo stato della zincatura. In presenza di zone scoperte o di altre irregolarità superficiali le forniture saranno rifiutate e l'impresa 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 EN ISO 1461:1999.

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'Impresa.

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 EN ISO 1460:1997.

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

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'Impresa.

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

### Certificazioni

Il produttore, oltre alla documentazione richiesta, dovrà presentare per ogni fornitura 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.

### Lavorazione

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 bi-componente dello spessore di 80-100 micron.

#### **9.7.4 Acciaio per c.a.p.**

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure di cui al § 11.3.1.2 e controllati (in stabilimento, nei centri di trasformazione e in cantiere) con le modalità riportate nel § 11.3.3.5 del DM 14-01-2008.

##### **9.7.4.1 Controlli di accettazione**

La Direzione dei Lavori disporrà all'Impresa di eseguire, a proprie spese e sotto il controllo diretto della stessa D.L., i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere in conformità con le indicazioni contenute nel DM 14-01-2008 al § 11.3.3.5.4. Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascun lotto (formato da massimo 30 t) consegnato si dovrà procedere al campionamento di tre saggi, 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 agli altri lotti presenti in cantiere e provenienti da altri stabilimenti.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un Centro di trasformazione la Direzione dei Lavori, dopo essersi accertata preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso di tutti i requisiti previsti al § 11.3.1.7 del DM 14-01-2008, potrà usufruire del medesimo Centro di trasformazione per effettuare in stabilimento tutti i controlli di cui sopra. In tal caso le modalità di controllo sono definite al § 11.3.3.5.3 del DM 14-01-2008.

Resta nella discrezionalità della Direzione dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni.

Nel caso di forniture giudicate non conformi dalla Direzione Lavori, queste saranno immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Impresa, alla quale sarà altresì imputato l'onere delle nuove forniture.

Prima di procedere alla messa in opera dei sistemi di precompressione a cavi post-tesi, l'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori l'attestazione di deposito presso il Consiglio Superiore dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale della documentazione prescritta al § 11.5 del DM 14-01-2008.

##### **9.7.4.2 Fili, barre, trefoli**

Tutte le forniture dovranno essere accompagnate da copia in corso di validità dell'Attestato di Qualificazione" rilasciato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Servizio Tecnico Centrale e dovranno essere munite di un sigillo sulle legature con il marchio del produttore.

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

I fili di acciaio dovranno essere del tipo autoraddrizzante e non dovranno essere piegati durante l'allestimento dei cavi.

Le legature dei fili, trecce e trefoli costituenti ciascun cavo dovranno essere realizzati con nastro adesivo ad intervallo di 70 cm.

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

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

Se l'agente antiruggine è costituito da grasso, è necessario sia sostituito con olio prima della posa in opera per evitare che all'atto dell'iniezione gli incavi dei dadi siano intasati di grasso. Nel caso sia necessario dare alle barre una configurazione curvilinea, si dovrà operare soltanto a freddo e con macchina a rulli.

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

#### **9.7.4.3 Cavo inguainato monotrefolo**

Dovrà essere di tipo compatto, costituito da trefolo in fili di acciaio a sezione poligonale, 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 ai precedenti punti nonché alle indicazioni degli elaborati di progetto.

#### **9.7.4.4 Ancoraggi della armatura di precompressione**

Gli ancoraggi terminali dell'armatura di precompressione dovranno essere conformi alle specifiche di progetto, composti essenzialmente da piastre di ripartizione e apparecchi di bloccaggio.

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.

## **9.8 TOLLERANZE DI ESECUZIONE**

La Direzione Lavori procederà sistematicamente, sia in corso d'opera che a struttura ultimata, alla verifica delle quote e dimensioni indicate nel progetto esecutivo. Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

### **Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:**

- posizionamento rispetto alle coordinate di progetto  $S = \pm 2.0\text{cm}$
- dimensioni in pianta  $S = -3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$
- dimensioni in altezza (superiore)  $S = -0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$
- quota altimetrica estradosso  $S = -0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$ .

### **Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:**

- posizionamento rispetto alle coordinate

- degli allineamenti di progetto  $S = \pm 2.0$  cm
- dimensione in pianta (anche per pila piena)  $S = -0.5$  cm o  $+ 2.0$  cm
- spessore muri, pareti, pile cave o spalle  $S = -0.5$  cm o  $+ 2.0$  cm
- quota altimetrica sommità  $S = \pm 1.5$  cm
- verticalità per  $H \leq 600$ cm  $S = \pm 2.0$  cm
- verticalità per  $H > 600$  cm  $S = \pm H/12$ .

**Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:**

- spessore:  $S = -0.5$  cm o  $+ 1.0$  cm
- quota altimetrica estradosso:  $S = \pm 1.0$  cm

**Vani, cassette, inserterie:**

- posizionamento e dimensione vani e cassette:  $S = \pm 1.5$  cm
- posizionamenti inserti (piastre, boccole):  $S = \pm 1.0$  cm

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

Per le tolleranze sopra riportate sono possibili variazioni qualora:

- nel progetto esecutivo siano stati indicati valori differenti per gli scostamenti ammessi;
- la Direzione dei Lavori, per motivate necessità, faccia esplicita richiesta di variazione dei valori.

## 9.9 PROVE DI CARICO

Le prove di carico, ove ritenute necessarie dal Collaudatore, dovranno identificare la corrispondenza del comportamento teorico con quello sperimentale. I calcestruzzi degli elementi sottoposti a collaudo devono aver raggiunto le resistenze previste per il loro funzionamento finale in esercizio. Il programma delle prove, stabilito dal Collaudatore, con l'indicazione delle procedure di carico e delle prestazioni attese deve essere sottoposto alla Direzione dei Lavori per l'attuazione e reso noto al Progettista e all'Impresa.

I criteri generali sono i seguenti:

Le prove di carico ai fini del collaudo statico dovranno essere eseguite in accordo alle normative vigenti ed alle indicazioni del Collaudatore e della D.L.

L'effettuazione delle prove dovrà essere programmata con la D.L. a cura dell'Impresa con adeguato anticipo. L'Impresa dovrà verificare e fare in modo che al momento del collaudo risulti disponibile tutta la certificazione prevista contrattualmente e dalla normativa vigente.

Prima della effettuazione delle prove l'Impresa dovrà concordare con la D.L. la quantità ed il tipo delle apparecchiature, degli strumenti e dei materiali da utilizzare, garantendo la operatività e la precisione richiesta e facendo eseguire le tarature eventualmente necessarie

Sarà cura dell'Impresa assicurare, nel rispetto delle norme di sicurezza, la completa accessibilità sia alle opere da collaudare che agli strumenti di misura.

L'Impresa, infine, è tenuta ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi, volti a sanare situazioni ritenute insoddisfacenti, da parte della Direzione Lavori, del Collaudatore o del Progettista.

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



## 10. CARPENTERIA METALLICA

### 10.1 GENERALITÀ

#### 10.1.1 *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.

### 10.2 Documentazione

I materiali impiegati nella costruzione di strutture in acciaio dovranno essere "qualificati" ai sensi del DM 14/01/2008; la marcatura dovrà risultare leggibile ed il produttore dovrà accompagnare la fornitura con l'attestato di controllo e la dichiarazione che il prodotto è qualificato.

Prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare il Appaltatore dovrà presentare alla Direzione Lavori, in copia riproducibile, gli elaborati costruttivi di officina delle strutture, nei quali, in conformità a quanto riportato negli elaborati forniti dal Progettista, dovranno essere completamente definiti tutti i dettagli di lavorazione, ed in particolare:

- tipi e qualità degli acciai impiegati;
- tipi e qualità dei bulloni impiegati;
- i diametri e la disposizione dei chiodi e dei bulloni, nonché dei fori relativi;
- le coppie di serraggio dei bulloni ad alta resistenza;
- le classi di qualità delle saldature;
- il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature;
- gli schemi di montaggio e controfrecce di officina;
- la relazione di calcolo in cui devono essere indicate le modalità di montaggio dell'opera e specificato il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi di montaggio.

Sui disegni costruttivi di officina dovranno essere inoltre riportate le distinte dei materiali nelle quali sarà specificato numero, qualità, tipo di lavorazione, grado di finitura, dimensioni e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura.

Per ciascun manufatto composto con laminati, il Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche d'officina costituenti il manufatto ;
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Gli oneri suddetti sono a carico dell'Appaltatore.

Per quanto concerne il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature, è fatto obbligo al Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto di officina.

È 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 o dalle prescrizioni indicate nelle presenti Norme Tecniche.

Consulenza e controlli saranno eseguiti dagli Istituti indicati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico del Appaltatore.

L'Appaltatore dovrà, inoltre, far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali da impiegare, la loro provenienza con riferimento alle distinte di cui sopra.

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.

### 10.3 Materiali

Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte si dovranno utilizzare acciai del tipo S355J0W e comunque materiali conformi alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN 10219-1 (per i tubi saldati), recanti la Marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+, e per i quali si rimanda a quanto specificato al punto A del § 11.1 del DM 14/01/2008.

Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 ed UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità, ed in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  da utilizzare nei calcoli si assumono i valori nominali  $f_y = R_{eH}$  e  $f_t = R_m$  riportati nelle relative norme di prodotto.

Per i prodotti per cui non sia applicabile la marcatura CE, si rimanda a quanto specificato al punto B del §11.1 e si applica la procedura di cui al § 11.3.4.11 del DM 14/01/2008.

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377:1999, UNI 552:1986, EN 10002-1:2004, UNI EN 10045-1:1992.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

- modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$
- modulo di elasticità trasversale  $G = E / [2 (1 + \nu)] \text{ N/mm}^2$
- coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$
- coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
- (per temperature fino a  $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ )
- densità  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

Sempre in sede di progettazione, per gli acciai di cui alle norme europee EN 10025, EN 10210 ed EN 10219-1, si possono assumere nei calcoli i valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento  $f_{yk}$  e di rottura  $f_{tk}$  riportati nelle tabelle seguenti.

#### 10.3.1 Identificazione e rintracciabilità dei materiali

All'atto del taglio delle lamiere sarà garantita la rintracciabilità delle stesse almeno per quanto riguarda anima e piattabanda delle travi e in genere per tutti i componenti principali.

Tale rintracciabilità sarà ottenuta o con punzonatura delle lamiere o con opportuna documentazione (Piani di taglio).

#### **10.4 Modalità esecutive**

##### ***10.4.1 Soggezioni ambientali***

Per le saldature le prescrizioni che verranno stabilite per il preriscaldamento locale saranno in relazione agli spessori, ai tipi di acciaio ed alla temperatura ambiente durante la costruzione.

La verniciatura in opera, ove prevista, deve essere fatta in stagione favorevole, evitando il tempo umido e temperature eccessivamente elevate.

##### ***10.4.2 Tolleranze geometriche***

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 da normative nazionali e/o europee in atto od in emissione alla data di realizzazione dell'opera.

##### ***10.4.3 Taglio e cianfrinatura delle lamiere***

La preparazione dei lembi da saldare deve essere effettuata mediante macchina utensile, smerigliatrice ad ossitaglio automatico, e dovrà risultare regolare e ben liscia. L'ossitaglio a mano può essere accettato solo se una adeguata successiva ripassatura alla smerigliatrice avrà perfettamente regolarizzato l'asperità del taglio.

I lembi, al momento della saldatura, devono essere esenti da incrostazioni, ruggine, scaglie, grassi, vernici, irregolarità locali ed umidità.

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 (2-3m di profondità) saranno asportate tramite molatura, altrimenti riparate con procedimento adeguato. A tal proposito la procedura di riparazione sarà sottoposta alla DL per approvazione.

In particolare il Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressione.
- possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato.

##### ***10.4.4 Saldature***

In generale non potranno essere eseguite saldature qualora la temperatura ambiente sia inferiore a +5 °C, e quando le superfici da unire siano umide; in questo ultimo caso è necessario provvedere all'asciugatura delle superfici mediante fiamma (T=50°C).

###### ***10.4.4.1 Classi delle saldature***

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.

I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere

specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.

Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005.

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

Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della appendice A della stessa norma.

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

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

Nell'esecuzione delle saldature dovranno inoltre essere rispettate le norme UNI EN 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1:2005.

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

In assenza di tali dati per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

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

Per le modalità di esecuzione dei controlli ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004.

Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello.

Oltre alle prescrizioni applicabili di cui al precedente § 11.3.1.7, il costruttore deve corrispondere ai seguenti requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 parti 2 e 4; il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata.

La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un Ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

#### 10.4.4.2 Specifiche di saldatura

Per quanto concerne il progetto, le tecnologie di esecuzione ed i controlli delle saldature, è fatto obbligo al Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registra Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto di officina.

Le specifiche dei giunti di produzione (WPS) saranno redatte sulla base di quanto indicato nella norma UNI EN 288-2.

In generale dovranno essere indicate le seguenti informazioni:

- Identificazione del costruttore;
- Identificazione della WPS;
- Riferimento al verbale di qualificazione di procedura di saldatura (WPAR) o ad altri documenti richiesti;
- Tipo di metallo base;
- Dimensione del materiale: campi di spessori del giunto;
- Procedimento di saldatura;
- Geometria del giunto: schizzo del giunto mostrante forma e dimensioni, e sequenza passate;
- Posizione di saldatura;
- Preparazione del cianfrino;
- Tecnica di saldatura: angolazione della torcia, oscillazione, ecc.;
- Eventuale solcatura a rovescio;
- Eventuale sostegno a rovescio;
- Materiali d'apporto: designazione, dimensioni, trattamenti di condizionamento;
- Parametri elettrici: Tipo di corrente, campo di corrente, campo di tensione, ecc.;
- Eventuali parametri di macchina: velocità di avanzamento e di alimentazione filo;
- Temperatura di preriscaldamento;
- Temperatura di interpass;
- Eventuale trattamento termico dopo saldatura;
- Indicazioni specifiche per i vari gruppi di procedimenti di saldatura.

In particolare per quanto riguarda la temperatura di preriscaldamento, si dovrà fare riferimento a quanto stabilito dalla norma prEN 1011-2, individuando il corretto valore di tale temperatura, noti lo spessore combinato del giunto, l'apporto termico specifico di saldatura, il valore del Carbonio Equivalente CE, funzione della composizione chimica del materiale base e ottenibile attraverso la formula:

$$CE = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

#### 10.4.4.3 Modalità esecutive

Le operazioni di puntatura saranno effettuate da personale opportunamente qualificato, adottando gli stessi materiali d'apporto nonché tutti gli accorgimenti prescritti per le operazioni di saldatura, compreso il rispetto della temperatura di preriscaldamento. I punti depositati da personale non qualificato dovranno esser rimossi prima dell'esecuzione della saldatura.

La lunghezza dei tratti di puntatura dovrà essere di almeno 50 mm. Le estremità di tali tratti dovranno essere accuratamente molate e controllate per evitare la presenza di difetti.

Le saldature dovranno essere eseguite con tecnica ad una o più passate, in accordo con le WPS approvate.

Per quanto possibile i componenti dovranno essere saldati a ritiro libero, in modo da ridurre il grado di vincolo durante la saldatura.

Dove possibile le saldature dovranno essere eseguite in piano. Non è consentita la posizione verticale discendente.

In generale i giunti testa a testa dovranno essere saldati senza interruzione fino al completamento di almeno metà dello spessore.

Tutte le tracce di scoria e di flusso residuo di ogni passata dovranno essere rimosse prima della passata successiva.

Fatta eccezione per la posizione verticale ascendente, dovrà essere adottata la tecnica di saldatura a passata stretta.

L'innesco d'arco dovrà avvenire all'interno del giunto, interessando solo le superfici dei lembi.

Nei giunti testa a testa si predisporranno sempre talloni di estremità da rimuovere a fine saldatura.

Le temperature di preriscaldamento e di interpass, in accordo con le WPS approvate, saranno controllate in fase di saldatura con gessetti termometrici o altri mezzi idonei.

#### 1.1.1.1.1 Sequenze di saldatura.

I giunti testa a testa trasversali di giunzione delle travi e del fondo, dovranno essere effettuati con sequenza opportuna.

A tal fine dovrà essere prevista, in fase di prefabbricazione, una scucitura tra anima e piattabanda e anima e fondo cassone di almeno 250 mm da ogni lato del giunto, per consentire il corretto allineamento delle lamiere delle piattabande, del fondo e delle anime delle travi.

In cantiere si procederà saldando piattabande e fondo, anime, e infine il tratto di 500 mm anima piattabanda a cavallo del giunto trasversale.

#### 1.1.1.1.2 Riparazione dei giunti saldati.

L'eliminazione dei difetti dovrà essere realizzata tramite molatura o scricatura con arc-air seguita da molatura.

Nel caso di impiego di arc-air, si dovrà provvedere ad applicare un preriscaldamento con temperatura di 25°C maggiore di quella adottata per le saldature.

Dopo la scricatura si dovrà verificare con esame visivo e magnetoscopico la completa rimozione del difetto; lo scavo dovrà presentarsi ben raccordato al materiale base circostante.

Le riparazioni saranno effettuate con procedimento a elettrodo rivestito SMAW, da saldatori certificati.

Le riparazioni effettuate dovranno essere ricontrollate al 100% con controllo visivo, e con il controllo non distruttivo più adeguato.

#### 1.1.1.1.3 Finitura delle superfici.

In fase di finitura dovranno essere eliminati, tramite molatura, tutti gli spruzzi, le puntature, e tutti gli elementi utilizzati come collegamenti provvisori durante la fabbricazione.

Una volta rimosse le puntature e gli elementi provvisori, si dovrà procedere ad un esame visivo della superficie lavorata e, se necessario, anche ad esame magnetoscopico.

Eventuali colpi d'arco dovranno essere molati.

### **10.4.5 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.

I bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per la intera lunghezza; la lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre far uso di rosette sotto la testa e sotto il dado; è tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro.

Nelle unioni di strutture normali o ad attrito che potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi.

Non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti, maggiori del gioco foro-chiodo (o bullone) previste dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5/11/1971 n° 1086 (D.M. in vigore) ; entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto.

Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali bulloni previsti in progetto non entrino liberamente.

Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone, oltre la tolleranza prevista dal D.M. 14/01/2008 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con un diametro superiore.

Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta l'esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione.

È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese.

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  $\pm 5\%$ .

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).

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'esterno.

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 Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione dei Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro.

Dopo il completamento della struttura e prima dell'esecuzione della prova di carico, il Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione dei Lavori.

#### **10.4.6 Connettori e parti annegate nei getti**

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 DM 14/01/2008.

Le parti destinate ad essere integralmente incorporate nei getti di conglomerato cementizio devono essere soltanto accuratamente sgrassate e sabbiate.

#### **10.4.7 Durabilità**

Tutte le strutture in acciaio, laddove di tipo non auto protetto, dovranno essere protette contro la corrosione.

Al fine di evitare ristagni di acqua nella carpenteria metallica si dovranno eseguire dei fori per lo scarico delle acque di infiltrazione, evitando la formazione di punti di ristagno.

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 Appaltatore dovrà chiedere istruzioni alla Direzione Lavori.

#### **10.5 Collaudo tecnologico dei materiali**

Tutti i materiali destinati alla costruzione di strutture in acciaio dovranno essere collaudati a cura e spese del Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, prima dell'inizio delle lavorazioni.

Ogni volta che le partite di materiale metallico destinato alla costruzione delle travi e degli apparecchi di appoggio perverranno agli stabilimenti per la successiva lavorazione, il Appaltatore darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la fonderia di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni da.

La frequenza delle prove dovrà essere conforme a quanto specificato nel DM 14/01/2008, salvo più restrittive prescrizioni della Direzione Lavori.

La certificazione dei controlli sui materiali farà parte della documentazione da consegnare alla DL.

Ogni lotto deve essere accompagnato da certificazione in accordo alle norme vigenti.

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 dell'Appaltatore.

Per ogni operazione di collaudo sarà redatto, a cura e spese dell'Appaltatore, apposito verbale, che sarà firmato dalla Direzione Lavori e dal Appaltatore.

Di questo verbale verrà consegnato l'originale alla Direzione Lavori.

Un'altra copia verrà conservata dal Appaltatore che avrà l'obbligo di esibirla a richiesta della Direzione Lavori, come specificato al successivo paragrafo.

#### **10.6 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 l'Appaltatore.

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 Appaltatore 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.

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.

### **10.7 Montaggio**

L'Appaltatore dovrà, sulla base delle indicazioni contenute nel progetto esecutivo:

- redigere un piano dettagliato di lavorazione,
- definire le modalità di assemblaggio delle travate;
- definire, per le stesse travate, le modalità di protezione.

Il tutto verrà inviato alla D.L. per approvazione, allegando la suddetta documentazione.

Dopo le suddette positive verifiche la D.L. darà il suo benestare all'inizio delle lavorazioni.

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo è previsto negli elaborati di progetto.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

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 controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, il Appaltatore è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo la zona interessata ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

### **10.8 Prove e controlli in corso d'opera**

Tutte le ispezioni e prove saranno eseguite in presenza della DL a cure ed onere dell'Appaltatore.

### **10.8.1 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 (2-3m di profondità) saranno asportate tramite molatura, altrimenti riparate con procedimento adeguato. A tal proposito la procedura di riparazione sarà sottoposta alla DL per approvazione.

Le saldature devono essere controllate a cura del Appaltatore con adeguati procedimenti (magnetoscopici, radiografici, ultrasuoni, ecc.) e non devono presentare difetti quale mancanza di penetrazione, depositi di scorie, cricche di lavorazione, mancanza di continuità ecc.

I controlli eseguiti devono essere contromarcati con punzonature sui pezzi, in modo da consentire la loro identificazione successiva in base alla documentazione.

I collegamenti saldati saranno sottoposti ai seguenti controlli non distruttivi, nelle percentuali indicate:

#### Giunti a T con cordoni d'angolo e 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 : 100% dei giunti tesi ;50% dei giunti compressi trasversali; 25% dei giunti longitudinali di anima e fondo.

#### Pioli NELSON :

Esame visivo : 100% delle saldature ;

Prova di piegamento a 30°: 5% delle saldature.

#### **Esame visivo**

Sarà applicato, secondo le modalità della UNI EN 970.

#### **Esame magnetoscopico**

L'esame magnetoscopico sarà condotto secondo le modalità della EN UNI 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.

### **10.8.2 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°;
- Si rinserrerà il dado verificando che l'applicazione della coppia prescritta lo riporti nella 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.

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.

### **10.8.3 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 ammessa la presenza di cricche nelle saldature dei pioli.

Su almeno il 5% sarà eseguita una prova di piega ai sensi delle istruzioni CNR UNI 10016, 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.

### **10.9 Criteri di accettabilità 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, dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità B ;

Saldature secondarie : le altre saldature dovranno soddisfare i requisiti della norma UNI EN 25817 classe di qualità C ;

Saldature dei pioli NELSON : le saldature dei pioli dovranno soddisfare i requisiti della norma CNR 10016-85 Appendice B ;

#### **10.9.1 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.

Il ritorno alle percentuali di controllo stabilite dalla specifica sarà deciso dal committente o dai suoi rappresentanti in funzione dell'esito dei successivi controlli.

### **10.10 Collegamenti speciali**

I giunti testa a testa di lamiera 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 25817 classe di qualità B.

### **10.11 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.

## 10.12 Prove di 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.

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 Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute D.M. 14/01/2008.

## 11. PALI TRIVELLATI

### 11.1 Tolleranze geometriche

Rispetto alle dimensioni indicate nei disegni di progetto, sono ammesse le seguenti tolleranze:

- sulle coordinate planimetriche:  $\cong 5$  cm;
- sulla verticalità: 1%;
- sulla profondità: da -10 cm a +50 cm di approfondimento.

I controlli di verticalità dovranno essere eseguiti con inclinometri applicati sulle aste di perforazione e/o, prima dei getti, con sonde ad ultrasuoni.

### 11.2 Preparazione del piano di lavoro e generalità

Il piano di lavoro deve essere mantenuto, durante la trivellazione e l'esecuzione del getto, ad una quota superiore di almeno 1 metro a quella di massima escursione della falda.

Una volta iniziata l'esecuzione del singolo palo, le lavorazioni dovranno essere proseguite senza soluzione alcuna di continuità fino a dare il palo stesso ultimato alla quota richiesta.

Qualora, per guasti ai macchinari, si debba sospendere la trivellazione od il getto, l'Appaltatore dovrà darne immediato avviso all'Ufficio di Direzione Lavori, che si riserva di degradare o di non accettare il palo interrotto.

Appena terminato il getto, il tratto di perforazione a vuoto compreso tra il piano di lavoro e la sommità del palo dovrà essere riempito con inerti puliti.

Il materiale di risulta della trivellazione, sia a vuoto che per esecuzione di palo, dovrà essere allontanato dal cantiere e trasferito in area idonea scelta e predisposta dall'Appaltatore, usando tutti gli accorgimenti del caso onde evitare dispersioni degli eventuali fanghi bentonitici, i cui residui dovranno essere trattati secondo la vigente normativa sui rifiuti.

La perforazione deve essere eseguita in maniera tale da:

- evitare il verificarsi di fenomeni di rilascio, di sifonamento e di sgrottamento del terreno;
- evitare rapide variazioni della pressione del fango;
- garantire la richiesta verticalità del manufatto.

La trivellazione può essere eseguita o con circolazione rovescia di fanghi in cui opera un utensile disagregatore azionato a rotazione o con fanghi in quiete in cui opera la benna di scavo costituita da bucket.

Per diminuire la decompressione sia del terreno sottostante sia delle pareti del foro, il bucket dovrà avere diametro inferiore a quello del palo e dovrà essere dotato di denti

alesatori per mezzo dei quali si raggiunge, durante le perforazioni, il diametro nominale del palo stesso, con la sola tolleranza del 5% in più che, comunque, non è presa in considerazione al fine di un diverso carico di esercizio da affidare al singolo palo.

Il livello dei fanghi dovrà essere mantenuto almeno 1,0 m sopra il livello massimo di escursione della falda.

Al termine della perforazione si dovrà procedere all'accurato sgombero del terreno smosso e dei detriti di perforazione depositatisi sul fondo del foro, fino a realizzare un peso di volume dei fanghi prima dell'operazione di getto del conglomerato cementizio pari a  $1,15 \text{ t/m}^3$  ( $11,50 \text{ kN/m}^3$ ).

I valori prescritti sono altresì ottenibili attraverso sostituzione dei fanghi e dissabbiamento.

I fanghi dovranno essere ottenuti miscelando, in acqua, bentonite in polvere ed eventuali additivi (disperdenti, sali tampone, ecc.) fino ad ottenere una sospensione finemente dispersa; il dosaggio in bentonite, espresso come percentuale in peso rispetto all'acqua, dovrà risultare compreso tra il 5% ed il 10%, tenuto altresì conto delle caratteristiche dei terreni da attraversare.

Gli eventuali additivi dovranno essere prescelti tenendo conto della natura e dell'entità degli elettroliti presenti nell'acqua di falda, in modo da evitare la flocculazione del fango.

La composizione e le caratteristiche del fango bentonitico dovranno essere quelle prescritte dal progettista e comunque tali da garantire la stabilità delle pareti dello scavo; il fango bentonitico dovrà avere peso di volume non inferiore a  $1,04 \div 1,07 \text{ t/m}^3$  ( $10,4 \div 10,7 \text{ kN/m}^3$ ), viscosità Marsh compresa fra 38 s e 55 s e dovrà essere ottenuto con bentonite avente limite di liquidità non inferiore a 200%.

La bentonite da impiegare dovrà inoltre corrispondere ai seguenti requisiti:

- residuo al setaccio n.38 della serie UNI n.2331-2332:  $\leq 1\%$
- tenore di umidità:  $\leq 15\%$
- limite di liquidità:  $> 400$
- viscosità Marsh 1500/1000 della sospensione al 6% in acqua distillata:  $> 40 \text{ s}$
- decantazione della sospensione al 6% in 24 ore:  $< 2\%$
- acqua separata per presso filtrazione di  $450 \text{ cm}^3$  della sospensione al 6% in 30 minuti alla pressione di 0,7 MPa:  $< 18 \text{ cm}^3$
- pH dell'acqua filtrata:  $> 7; < 9$
- spessore del cake sul filtro della filtropressa:  $\leq 2,5 \text{ mm}$

I fanghi, prima di essere impiegati nella perforazione, dovranno rimanere almeno 24 ore in apposite "vasche di maturazione" e al momento dell'impiego dovranno avere le caratteristiche precedentemente descritte.

L'Appaltatore dovrà costantemente mantenere operanti idonee apparecchiature di depurazione che consentano di contenere entro limiti ristretti la quantità di materiale trattenuto in sospensione dai fanghi di perforazione.

L'efficacia di tali apparecchiature dovrà essere tale da mantenere costantemente il peso di volume dei fanghi presenti nel foro entro i limiti seguenti:

- non superiore a  $1,25 \text{ t/m}^3$  ( $12,5 \text{ kN/m}^3$ ) nel corso della perforazione;
- non superiore a  $1,15 \text{ t/m}^3$  ( $11,5 \text{ kN/m}^3$ ) prima dell'inizio delle operazioni di getto.

I valori sopraindicati si riferiscono ai fanghi prossimi al fondo del foro. Nel caso d'impiego della "circolazione rovescia", le determinazioni potranno essere fatte sui fanghi in circolo immessi alla bocca del foro durante la perforazione, mentre nel caso di "fanghi in quiete", esse dovranno essere condotte su campioni di fanghi prelevati a mezzo di apposito campionatore per fluidi in prossimità del fondo del foro.

Le determinazioni prima dell'inizio del getto devono essere eseguite su campioni prelevati con campionatore ad una quota di 80 cm superiore a quella del fondo del foro.

Il foro di perforazione, sia nel corso della trivellazione sia durante il successivo getto del conglomerato deve risultare internamente riempito di fango.

### 11.3 Esecuzione del getto

Il conglomerato cementizio dovrà essere del tipo Rck 250 o Rck 300.

Per le norme sui conglomerati cementizi si rimanda alle prescrizioni di cui al precedente paragrafo I, in quanto applicabili, con particolare riguardo alle seguenti prescrizioni:

- il conglomerato cementizio dovrà essere messo in opera in modo continuo mediante impiego di tubo o tubi di convogliamento con giunzioni filettate od a manicotto. Durante la fase di getto, il tubo od i tubi dovranno restare immersi nel conglomerato cementizio per almeno 2,5 m e devono arrestarsi a 25 cm dal fondo della perforazione;
- prima di iniziare il getto, si dovrà inserire nel tubo, in prossimità del suo raccordo con la tramoggia, una palla di malta plastica od uno strato di vermiculite granulare galleggiante sui fanghi, avente lo spessore di 30 cm;
- durante le operazioni di getto a mezzo di un apposito scandaglio si dovrà misurare ad intervalli regolari il livello via via raggiunto dal conglomerato;
- il getto del conglomerato dovrà essere prolungato per un tratto di lunghezza compresa tra 60 e 100 cm al di sopra della quota prescritta dal progetto.

Per le norme di esecuzione si rimanda alle prescrizioni di cui al punto I.4 in quanto applicabili, con particolare riguardo alle seguenti prescrizioni:

- le gabbie di armatura dovranno essere dotate di opportuni distanziatori atti a garantire la centratura dell'armatura;
- **il copriferro netto rispetto alla parete di scavo per le gabbie verticali dovrà essere di almeno 5 cm.**

### 11.4 Documentazione dei lavori

L'esecuzione di ogni elemento di palo dovrà comportare la registrazione su apposita scheda, compilata dall'Appaltatore in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, dei seguenti dati:

- identificazione del palo;
- data di inizio perforazione e di fine getto;
- risultati dei controlli eseguiti sul fango eventualmente usato per la perforazione;
- profondità del fondo cavo prima della posa del tubo getto;
- "slump" del conglomerato cementizio;
- assorbimento totale effettivo del conglomerato cementizio e volume teorico dell'elemento palo;
- profilo di getto (andamento del diametro medio effettivo lungo il palo) ove richiesto;
- risultati delle prove di rottura a compressione semplice di provini di conglomerato cementizio.

Alla documentazione generale dovrà inoltre essere allegata:

- una scheda con le caratteristiche delle polveri bentonitiche e relativi additivi eventualmente usati;
- una scheda con le caratteristiche dei componenti del conglomerato cementizio.

## 11.5 Controlli

L'Appaltatore a sua cura e spese dovrà provvedere all'esecuzione di:

- una analisi granulometrica ogni 500 m<sup>3</sup> di aggregato impiegato;
- una serie di prove di carico a rottura su cubetti di conglomerato cementizio prelevati in numero e con modalità conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa ed inoltre a quanto richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori;
- una prova con il cono di Abrams per il conglomerato cementizio impiegato per il getto di un palo o in un numero maggiore se richiesto dall'Ufficio di Direzione Lavori;
- il rilievo della quantità di conglomerato cementizio impiegato per ogni elemento di palo;
- ogni 10 elementi ed ogni qualvolta l'Ufficio di Direzione Lavori lo richieda, il rilievo dose per dose (dose = autobetoniera) del livello del conglomerato cementizio entro il foro in corso di getto, in modo da poter ricostruire l'andamento del diametro medio effettivo lungo il palo (profilo di getto), si impiegherà allo scopo uno scandaglio a base piatta.

### A) Controlli non distruttivi sui pali

Scopo dei controlli non distruttivi è quello di verificare le caratteristiche geometriche e meccaniche degli elementi di palo non compromettendone l'integrità strutturale.

A tale scopo potrà essere richiesta a campione l'esecuzione di:

- a) misure di cross-hole;
- b) carotaggio continuo meccanico.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre all'Ufficio di Direzione Lavori per approvazione il programma e le specifiche tecniche di dettaglio.

Le tubazioni occorrenti per l'esecuzione di prove di cross-hole dovranno essere realizzate a tenuta stagna con impiego di tubi gas commerciali neri, serie normale, aventi diametro nominale di 50 mm, spessore non inferiore ai 2 mm e lunghezza tale da raggiungere, in profondità, la quota di fondo del palo prescritta dal progetto e sporgere verso l'alto di almeno 30 cm dal piano di lavoro, con chiusura di protezione in sommità.

I tubi sono posti ad intervalli di circa due metri sul perimetro dei pali.

Tali tubi, chiusi all'estremità inferiore con un tappo in acciaio, pure a tenuta stagna, debbono essere fissati all'armatura metallica in modo tale da garantire che la distanza mutua dei tubi stessi, lungo l'intero percorso, durante le successive operazioni, non subisca variazioni superiori al 5% rispetto alla distanza misurabile in sommità.

Le giunzioni fra i vari elementi del tubo devono essere eseguite mediante manicotto filettato e nastrato per assicurare l'impermeabilità.

I tubi, all'atto della posa in opera della gabbia, debbono presentarsi puliti ed esenti da materiali grassi.

Prima dell'inizio del getto deve essere verificato per tutta la lunghezza di ciascun tubo, il libero scorrimento di un cilindro di diametro non inferiore a 40 mm e di lunghezza non inferiore a 700 mm.

Al termine delle prove, che l'Ufficio di Direzione Lavori, con l'assistenza dell'Appaltatore, esegue come indicato di seguito, l'Appaltatore deve riempire le tubazioni con malta cementizia.

### B) Misure di cross-hole

Le misure di cross-hole (impulso su percorso orizzontale) sonico, consistono nella registrazione delle modalità di propagazione di un impulso sonico nel conglomerato cementizio interposto tra due tubi di misura.

Prima dell'esecuzione della prova i tubi devono essere riempiti con acqua dolce, a cura dell'Appaltatore.

In uno di questi tubi viene introdotta la sonda emettitrice, nell'altro quella ricevitrice.

Le due sonde vengono contemporaneamente fatte scorrere parallelamente all'interno dei due tubi; ad intervalli regolari di profondità, la sonda emettitrice genera un impulso sonico che raggiunge l'altra sonda dopo aver attraversato il conglomerato cementizio.

Il segnale sonico modula il pennello elettronico di un oscilloscopio la cui traccia, sincronizzata sull'istante di emissione, viene fatta traslare della stessa quantità ad ogni emissione di impulso.

Un'apparecchiatura tipo Polaroid, applicata allo schermo dell'oscilloscopio, registra fotograficamente l'escursione della traccia modulata.

Il risultato è una diagrafia a "densità variabile" che rappresenta in modo evidente l'integrità o l'eventuale presenza di anomalie del conglomerato cementizio nella zona compresa tra i due tubi.

Le misure vengono eseguite a partire dal fondo del diaframma.

L'emissione dei segnali avviene di norma ogni 2 cm di profondità.

La scala dei tempi (ascisse) è di 50 oppure 100 microsecondi/div. in funzione della lunghezza del percorso di misura.

La scala di profondità è di 1,25 m/div; su ogni fotogramma viene rappresentata una porzione di 10 m di palo o diaframma.

Nel caso di riscontro di anomalie di trasmissione le misure devono essere ripetute su percorso inclinato.

Questa prova si differenzia dal carotaggio sonico più avanti descritto perché la sonda emettitrice e quella ricevente procedono all'interno dei rispettivi tubi con una differenza di quota prefissata, in modo che il percorso dell'impulso risulti inclinato rispetto all'orizzontale.

Questo metodo consente di individuare difetti non visibili nella prova precedente (in particolare fessurazioni con andamento orizzontale) e di precisare meglio difetti già riscontrati.

### C) 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 mm 60.

Nel corso della perforazione dovranno essere rilevate le caratteristiche macroscopiche del conglomerato e le discontinuità eventualmente presenti, indicando in dettaglio la posizione ed 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.

Il carotaggio si eseguirà, a cura e spese dell'Appaltatore, in corrispondenza di quegli elementi di diaframma che l'Ufficio di Direzione Lavori riterrà opportuno. Detto carotaggio potrà essere richiesto, a cura e spese dell'Appaltatore, anche dal Collaudatore delle opere.



## **12.MANUFATTI PREFABBRICATI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE O PRECOMPRESSO**

Per quanto riguarda il trasporto, la movimentazione e le tecniche di messa in opera degli elementi e del complesso strutturale, l'Impresa dovrà fare riferimento ai documenti di progetto i quali dovranno contenere tutte le indicazioni del caso, come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche per le costruzioni (DM 14-01-2008), nel rispetto delle responsabilità e competenze delle diverse figure professionali stabilite dalle stesse Norme.

### **12.1Manufatti prefabbricati di produzione occasionale**

Come prescritto al § 11.8.1 del DM 14-01-2008 gli elementi costruttivi di produzione occasionale (ad esempio in impianti temporanei di prefabbricazione esterni al cantiere o allestiti a piè d'opera) devono essere realizzati attraverso processi e in stabilimenti sottoposti ad un sistema di controllo della produzione, secondo le procedure di cui ai §§ 11.8.2, 11.8.3, 11.8.4 (per quanto esplicitamente applicabile al campo della produzione occasionale).

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del DM 14-01-2008. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

### **12.2Manufatti prefabbricati prodotti in serie**

Al § 4.1.10 del DM 14-01-2008 sono riportate le definizioni e le caratteristiche di conformità degli elementi prefabbricati prodotti in serie dichiarata e/o controllata.

L'Impresa dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori, all'atto della fornitura, i documenti di accompagnamento previsti al § 11.8.5 del DM 14-01-2008. In particolare la Direzione Lavori controllerà che gli ambiti di competenza di ciascuna figura professionale richiamata dal citato decreto siano stati rispettati.

Le eventuali forniture non conformi alle succitate disposizioni saranno rifiutate.

Si precisa che a tutti gli elementi prefabbricati dotati di marcatura CE si applica quanto riportato nei punti A) oppure C) del § 11.1 del DM 14-01-2008. In tali casi, inoltre, si considerano assolti i requisiti procedurali di cui al deposito ai sensi dell'art.9 della Legge 05.11.71 n.1086 ed alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02.02.74 n.64. Resta comunque l'obbligo del deposito del progetto presso il competente ufficio regionale. Ai fini dell'impiego, tali prodotti devono comunque rispettare, laddove applicabili, i §§ 11.8.2, 11.8.3.4 ed 11.8.5 del DM 14-01-2008, per quanto non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate. Ai fini della verifica di quanto sopra l'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori, all'atto della fornitura, tutta la documentazione inerente la marcatura CE dei manufatti.

## 13.MICROPALI

### 13.1 CLASSIFICAZIONE

#### *a) Pali di medio e grande diametro*

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie:

- Pali infissi (gettati in opera o prefabbricati)
- Pali trivellati
- Pali trivellati ad elica continui

#### *b) Micropali*

Con tale denominazione devono essere intesi, i pali trivellati aventi diametro  $\leq 250$  mm costituiti da malte o miscele cementizie e da idonee armature d'acciaio.

Dal punto di vista esecutivo, possiamo identificare le seguenti tipologie, a seconda delle modalità di connessione al terreno:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

#### **13.1.1 Definizioni**

##### *a) Pali infissi*

###### *a1) Pali infissi gettati in opera*

Con tale denominazione devono essere intesi i pali infissi realizzati riempiendo con calcestruzzo lo spazio interno vuoto di un elemento tubolare metallico fatto penetrare nel terreno mediante battitura o per vibrazione, senza asportazione del terreno medesimo.

I pali infissi gettati in opera si distinguono in:

- Pali con rivestimento definitivo in lamiera d'acciaio, corrugata o liscia, chiusi alla base con un fondello d'acciaio. I pali vengono realizzati infiggendo nel terreno il rivestimento tubolare. Dopo l'infissione e la eventuale ispezione interna del rivestimento, il palo viene completato riempiendo il cavo del rivestimento con calcestruzzo armato.
- Pali realizzati tramite infissione nel terreno di un tubo forma estraibile, in genere chiuso alla base da un fondello a perdere. Terminata l'infissione, il palo viene gettato con calcestruzzo, con o senza la formazione di un bulbo espanso di base. Durante il getto, il tubo-forma viene estratto dal terreno.

###### *a2) Pali infissi prefabbricati*

Con tale denominazione si vengono ad identificare i pali infissi realizzati mediante battitura di manufatti, senza asportazione di terreno, eventualmente con l'ausilio di getti d'acqua in pressione alla punta.

A seconda che i pali siano prefabbricati in stabilimento od in cantiere, saranno adottate le seguenti tipologie costruttive:

- Pali prefabbricati in stabilimento: in calcestruzzo centrifugato ed eventualmente precompresso, di norma a sezione circolare, di forma cilindrica, tronco-conica o cilindro-tronco-conica.
- Pali prefabbricati in cantiere: in calcestruzzo vibrato, di norma a sezione quadrata.
- Pali in legno: dovranno essere realizzati con legno di essenza forte (quercia, rovere, larice rosso, ontano, castagno), scortecciati, ben diritti, di taglio fresco, conguagliati

alla superficie ed esenti da carie. Il loro diametro sarà misurato a metà della lunghezza. La parte inferiore del palo sarà sagomata a punta, e ove prescritto, munita di cuspidi di ferro, con o senza punta di acciaio, secondo campione approvato dalla DL. Per le modalità di posa in operati farà di seguito riferimento a quelle valide per i pali battuti prefabbricati ed alle quali si rimanda.

*b) 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.

*c) Pali trivellati ad elica continua*

Con tale denominazione si vengono ad identificare, i pali realizzati mediante infissione per rotazione di una trivella ad elica continua e successivo getto di calcestruzzo, fatto risalire dalla base del palo attraverso il tubo convogliatore interno all'anima dell'elica, con portate e pressioni controllate.

L'estrazione dell'elica avviene contemporaneamente alla immissione del calcestruzzo.

*d) Micropali*

Con tale denominazione vengono identificati pali trivellati ottenuti attrezzando le perforazioni di piccolo diametro ( $d \leq 250$  mm) con tubi metallici, che possono anche essere dotati di valvole di non ritorno (a seconda delle modalità di solidarizzazione con il terreno), che sono connessi al terreno mediante:

- riempimento a gravità;
- riempimento a bassa pressione;
- iniezione ripetuta ad alta pressione.

Tali modalità di connessione con il terreno, sono da applicare rispettivamente:

- per micropali eseguiti in roccia o terreni coesivi molto compatti il cui modulo di deformabilità a breve termine sia superiore ai 200 MPa, utilizzeremo il primo tipo di connessione;
- per micropali eseguiti in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine inferiore a 200 MPa, utilizzeremo il secondo ed il terzo tipo di connessione.

L'armatura metallica può essere costituita da:

- tubo senza saldature, eventualmente dotato di valvole di non ritorno;
- da un profilato metallico della serie UNI a doppio piano di simmetria;
- da una gabbia di armature costituita da ferri longitudinali correnti del tipo ad aderenza migliorata, e da una staffatura esterna costituita da anelli o spirali continue in tondo ad aderenza migliorata o liscio.

### **13.1.2 Normative di riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti normative:

- 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);
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 380 del 6 giugno 2001, “Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia” (S.O. n. 239 alla G.U. n. 245 del 20-10-2001)

- D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 4-2-2008) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale;
- Associazione Geotecnica Italiana, Raccomandazioni sui pali di fondazione, Dic. 1984
- Altre norme Eurocodici, UNI-CNR, ASTM, DIN, saranno specificate ove pertinenti.

### ***13.1.3 Preparazione del piano di lavoro***

L'Appaltatore 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'Appaltatore 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.

## **13.2 TIPOLOGIE ESECUTIVE**

### ***13.2.1 Micropali***

Le tecniche di perforazione e le modalità di getto 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, nel caso di situazioni stratigrafiche particolari o per l'importanza dell'opera, dovranno essere messi a punto a cura e spese dell'Appaltatore, anche mediante l'esecuzione di micropali di prova, approvati dalla DL prima dell'inizio della costruzione dei micropali.

Dovranno essere adottate durante la perforazione tutte le tecniche per evitare il franamento del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

Le perforazioni dovranno quindi essere eseguite con rivestimento, ed i detriti allontanati mediante opportuni fluidi di perforazione.

Questo potrà consistere in:

- acqua;
- fanghi bentonitici;
- schiuma
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dalla DL.

E' di facoltà della DL far adottare la perforazione senza rivestimento, impiegando solamente fanghi bentonitici.

La perforazione "a secco" senza rivestimento potrà essere adottata, previa comunicazione alla DL, 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:

- $c_u \geq \gamma H/3$
- dove:

$$\gamma = \text{peso di volume totale};$$

Inoltre, la perforazione "a secco" è ammissibile solo dove possa essere eseguita senza alcun ingresso alcuno di acqua nel foro, ed è raccomandata nei terreni argillosi sovraconsolidati.

#### ***13.2.1.1 Tolleranze geometriche***

Le tolleranze ammesse sono le seguenti:

- la posizione planimetrica non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm, salvo diverse indicazioni della DL;
- la deviazione dell'asse del micropalo rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore del 2%;
- 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;
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm;
- lunghezza:  $\pm 15$  cm.

#### ***13.2.1.2 Tracciamento***

Prima di iniziare la perforazione l'Appaltatore dovrà, a sua cura e spese, individuare sul terreno la posizione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza dell'asse di ciascun palo.

Su ciascun picchetto dovrà essere riportato il numero progressivo del micropalo quale risulta dalla pianta della palificata. Tale pianta, redatta e presentata alla DL dall'Appaltatore, dovrà indicare la posizione planimetrica di tutti i micropali, inclusi quelli di prova, contrassegnati con numero progressivo.

#### ***13.2.1.3 Armatura***

Le armature metalliche dovranno soddisfare le prescrizioni di cui al presente articolo e saranno in ogni caso estese a tutta la lunghezza del micropalo.

##### Armatura con barre di acciaio per c.a.

Si useranno barre longitudinali ad aderenza migliorata e spirale di tondino liscio, aventi le caratteristiche di cui al punto 2.3.1. Saranno pre-assemblate in gabbie da calare nel foro al termine della perforazione, la giunzione tra i vari elementi della gabbia sarà ottenuta mediante doppia legatura, tra una gabbia e la successiva (in caso di pali di profondità eccedente le lunghezze commerciali delle barre) la giunzione avverrà per saldatura delle barre longitudinali corrispondenti.

Quando previsto dal progetto si potranno adottare micropali armati con un'unica barra senza spirale.

In ogni caso le armature saranno corredate da distanziatori non metallici (blocchetti di malta o elementi di materia plastica) idonei ad assicurare copriferro minimo di 3 cm disposti a intervalli longitudinali non superiore a 2,5 m.

##### Armature tubolari

Si useranno tubi di acciaio S355, senza saldatura longitudinale del tipo per costruzioni meccaniche.

Le giunzioni tra i diversi spezzoni di tubo potranno essere ottenute mediante manicotti filettati o saldati.

Tali giunzioni dovranno consentire una trazione pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

Nel caso i tubi di armatura siano anche dotati di valvole per l'iniezione, essi dovranno essere scovolati internamente dopo l'esecuzione dei fori di uscita della malta (fori  $d = 8$  mm) allo scopo di asportare le sbavature lasciate dal trapano.

Le valvole saranno costituite da manicotti di gomma di spessore minimo  $s = 3.5$  mm, aderenti al tubo e mantenuti in posto mediante anelli in fili di acciaio (diametro 4 mm) saldati al tubo in corrispondenza dei bordi del manicotto.

La valvola più bassa sarà posta subito sopra il fondello che occlude la base del tubo.

Anche le armature tubolari dovranno essere dotate di distanziatori non metallici per assicurare un copriferro minimo di 3 cm, posizionati di preferenza sui manicotti di giunzione.

#### Armature con profilati in acciaio

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dei profilati, dovranno essere conformi a quelle prescritte in 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 – 14 m). Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle Norme vigenti.

#### Malte e miscele cementizie

Il cemento da impiegare dovrà essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali, prendendo in considerazione in particolare l'aggressività dell'ambiente esterno.

Gli inerti saranno di norma utilizzati solo per il confezionamento di malte da utilizzare per il getto dei micropali a semplice cementazione. In relazione alle prescrizioni di progetto l'inerte sarà costituito da sabbie fini, polveri di quarzo, polveri di calcare, o ceneri volanti.

Nel caso di impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0.075 mm.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari. Schede tecniche di prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere inviate preventivamente alla Direzione Lavori per informazione.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie queste di norma dovranno presentare resistenza cubica pari a  $R_{ck} \geq 25$  Mpa.

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

- $a/c \leq 0.5$

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, dovrà essere la seguente:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10 ÷ 20 kg

con un peso specifico pari a circa 1.8 kg/dm<sup>3</sup>

Nella definizione della composizione delle malte, prevedendo un efficace miscelazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

- acqua: 300 kg
- cemento: 600 kg
- additivi: 5 ÷ 10 kg
- inerti: 1100 ÷ 1300 kg

#### ***13.2.1.4 Micropali a iniezioni ripetute ad alta pressione***

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

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  $\geq 10$  m<sup>3</sup>/min
- pressione 8 bar.

#### Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Sono preferibili i centratori non metallici. Il tubo dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

La solidarizzazione dell'armatura al terreno verrà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato.

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Contemporaneamente si procederà alla estrazione dei rivestimenti provvisori, quando utilizzati, e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo alla esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito di iniezione.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata.

Ottenuta l'apertura della valvola, si darà luogo all'iniezione in pressione fino ad ottenere i valori dei volumi di assorbimento e di pressione prescritti in progetto.

Per pressione di iniezione si intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi di iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto.

Nel caso in cui l'iniezione del previsto volume non comporti il raggiungimento della prescritta pressione di rifiuto, la valvola sarà nuovamente iniettata, trascorso un periodo di  $12 \div 24$  ore.

Fino a quando le operazioni di iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max di iniezione:  $\approx 100$  bar
- portata max :  $\approx 2$  m<sup>3</sup>/ora
- n. max pistonate/minuto:  $\approx 60$ .

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate alla Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

### ***13.2.1.5 Micropali con riempimento a gravità o a bassa pressione***

#### Formazione del fusto del micropalo

Completata la perforazione e rimossi i detriti, si provvederà ad inserire entro il foro l'armatura, che dovrà essere conforme ai disegni di progetto.

La cementazione potrà avvenire con riempimento a gravità o con riempimento a bassa pressione.

Nel primo caso il riempimento del foro, dopo la posa delle armature, dovrà avvenire tramite un tubo di alimentazione disceso fino a 10-15 cm dal fondo, collegato alla pompa di mandata o agli iniettori.

Nel caso si adotti una miscela contenente inerti sabbiosi, ovvero con peso di volume superiore a quello degli eventuali fanghi di perforazione, il tubo convogliatore sarà dotato superiormente di un imbuto o tramoggia di carico; si potrà anche procedere al getto attraverso l'armatura, se tubolare e di diametro interno  $\geq 80$  mm.

Nel caso di malta con inerti fini o di miscela cementizia pura, senza inerti, si potrà usare per il getto l'armatura tubolare solo se di diametro interno inferiore a 50 mm; in caso diverso si dovrà ricorrere ad un tubo di convogliamento separato con un diametro contenuto entro i limiti sopracitati.

Il riempimento sarà proseguito fino a che la malta immessa risalga in superficie senza inclusioni o miscele con il fluido di perforazione. Si dovrà accertare la necessità o meno di effettuare rabbocchi, da eseguire preferibilmente tramite il tubo di convogliamento.

Nel secondo caso, il foro dovrà essere interamente rivestito; la posa della malta o della miscela avverrà in un primo momento, entro il rivestimento provvisorio, tramite un tubo di convogliamento come descritto al paragrafo precedente.



Successivamente si applicherà al rivestimento una idonea testa a tenuta alla quale si invierà aria in pressione (0.5÷0.6 MPa) mentre si solleverà gradualmente il rivestimento fino alla sua prima giunzione. Si smonterà allora la sezione superiore del rivestimento e si applicherà la testa di pressione al tratto residuo di rivestimento, previo rabboccamento dall'alto per riportare a livello la malta.

Si procederà analogamente per le sezioni successive fino a completare l'estrazione del rivestimento.

In relazione alla natura del terreno potrà essere sconsigliabile applicare la pressione d'aria agli ultimi 5-6 m di rivestimento da estrarre, per evitare la fratturazione idraulica degli strati superficiali.

### 13.3 PROVE DI CARICO

#### 13.3.1 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 e micropali 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 e micropali 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÷3 volte il carico di esercizio ( $P_{es}$ );

Il numero e l'ubicazione dei pali e micropali da sottoporre ad eventuali prove di carico a rottura 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'Appaltatore dovrà effettuare prove di carico assiale di collaudo sull'1% dei pali e micropali, con un minimo di almeno due pali o micropali per ogni 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; la prova di ammettenza meccanica non è prevista per i micropali.

Le caratteristiche dei pali o micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, ecc.) dovranno essere del tutto simili a quelle dei pali o micropali dimensionati in fase di progetto.

### 13.3.2 Prove di carico su micropali

#### 13.3.2.1 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:

- $P_{prova} = 1.5 P_{esercizio}$
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

#### Attrezzature e dispositivi di prova

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti saranno conformi alle specifiche di cui al punto 4.1.1.2.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- la terna di micropali sia giacente sullo stesso piano verticale o inclinato.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di carichi orizzontali e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I risultati forniti dai micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi.

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di  $\approx 20$  cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc..

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite 3 staffe metalliche, a  $120^\circ$ , per il posizionamento dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una piastra metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto, ed a trasferire il carico sul micropalo.

La zavorra sarà messa a dimora dopo avere posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza degli appoggi dovrà essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, e del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. Tra il martinetto 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 di contrasto farà capo ad una coppia di micropali posti lateralmente al micropalo da sottoporre a prova di compressione.

#### Programma di carico

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma si farà riferimento al seguente schema, che prevede 3 cicli di carico e scarico, da realizzarsi come di seguito specificato.

1° CICLO

A) Applicazione di "n" ( $n \geq 4$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $\delta P$ , 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  $s$  è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la condizione tra due misure successive ( $\delta t = 15'$ ):  $s \leq 0.025$  mm.

- C) Per il livello corrispondente a  $P_{es}$  il carico viene mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi si procede allo scarico mediante almeno 3 gradini, in corrispondenza dei quali si eseguono misure a  $t = 0$ ,  $t = 5'$ ,  $t = 10'$ ,  $t = 15'$ . Allo scarico le letture verranno eseguite anche a  $t = 30'$ ,  $t = 45'$  e  $t = 60'$ .

#### 2° CICLO

- A) Applicazione rapida di un carico di entità  $1/3 P_{es}$
- B) Lettura dei cedimenti a  $t = 0$ ,  $1'$ ,  $2'$ ,  $4'$ ,  $8'$ ,  $15'$
- C) Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$
- D) Applicazione rapida di un carico di entità  $2/3 P_{es}$
- E) Lettura dei cedimenti come in "b"
- F) Scarico come in "c"
- G) Applicazione rapida di un carico di entità pari a  $P_{es}$
- H) Lettura dei cedimenti come in "b"
- I) Scarico con letture a  $t = 0$ ,  $5'$ ,  $10'$ ,  $15'$  e  $30'$ .

#### 3° CICLO

- A) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $\delta P$  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 1° ciclo, punto "b".
- C) Il carico  $P_{prova}$ , quando è  $< P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0$ ,  $t = 5'$  e  $t = 10'$  e  $t = 15'$ . A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

Si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando misurando il cedimento  $s$  risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s(P_{lim}) \geq 2 \cdot s(P_{lim} - \delta P)$
- $s(P_{lim}) \geq 0.2 d + sel$

ove :

- $d$  = diametro del micropalo
- $sel$  = cedimento elastico del micropalo.

#### Risultati delle prove

Le misure dei cedimenti saranno registrate con strumenti e livello di precisione definiti dalla DL.

#### **13.3.3 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.

Per tutti i controlli non distruttivi l'Appaltatore provvederà a sottoporre alla approvazione della Direzione Lavori le specifiche tecniche di dettaglio.

#### ***13.3.3.1 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'Appaltatore 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'Appaltatore 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.

#### ***13.3.3.2 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'Appaltatore, 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.

#### **13.3.3.3 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'Appaltatore, in corrispondenza di quei pali ove si fossero manifestate inosservanze rispetto alle indicazioni riportate nel presente Capitolato e alle disposizioni della Direzione Lavori.

### **13.4 SPECIFICHE DI CONTROLLO**

#### **13.4.1 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.

- D.M. 14 gennaio 2008 “Norme tecniche per le costruzioni” (S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 4-2-2008) e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale;
- AGI- Raccomandazioni sui pali di fondazione (1984);
- Norme UNI 7163 – 1979;
- DIN – 4150;
- Eurocodici.

L'Appaltatore 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.

#### **13.4.2 Micropali**

Per i micropali, si dovrà verificare che per ogni lotto posto in opera di armature metalliche, nonché di tubi e di profilati di acciaio, dovrà essere accompagnato dai relativi certificati del fornitore ed essere conforme alle indicazioni di progetto.

In caso contrario il materiale non dovrà essere posto in opera.

Per quanto riguarda le malte e le miscele cementizie, possono provenire da impianti di confezionamento, oppure essere prodotte in cantiere da apposite centrali di betonaggio.

In entrambi i casi è possibile realizzare gli stessi controlli riportati per le miscele di iniezione degli ancoraggi.

Nel caso si impieghino come fluidi di perforazione dei fanghi bentonitici, questi dovranno essere assoggettati ai medesimi controlli riportati al punto 5.3.1 e seguenti.

Nel caso di impiego di schiume queste dovranno essere accompagnate dai relativi certificati forniti dai produttori, per ogni lotto impiegato.

Le modalità di preparazione ed uso, dovranno essere preventivamente approvate dalla Direzione Lavori.

Il controllo della profondità dei prefiori, rispetto alla quota di sottopinto, verrà effettuato in doppio modo:

A) in base alla lunghezza delle aste di perforazione immerse nel foro al termine della perforazione, con l'utensile appoggiato sul fondo;

B) in base alla lunghezza dell'armatura.

L'accettazione delle armature verrà effettuata:

- nel caso di armature in barre longitudinale ad aderenza migliorata, in base alla rispondenze al progetto dei vari diametri nominali e delle lunghezze;
- nel caso di armature a tubo di acciaio, in base alle lunghezze, al diametro e allo spessore dei tubi previsti in progetto.

In corso di iniezione si preleverà un campione di miscela per ogni micropalo, sul quale si determinerà il peso specifico (vedi punto 5.3.1.1) e la decantazione (bleeding) mediante buretta graduata, così come descritto nel punto 2.6 della sezione "gallerie" del presente Capitolato.

Il peso specifico dovrà risultare pari almeno al 90% del peso specifico teorico, calcolato assumendo 3 g/cm<sup>3</sup> il peso specifico assoluto del cemento 2.65 g/cm<sup>3</sup> quello degli aggregati, nell'ipotesi che non venga inclusa aria.

Nelle prove di decantazione, l'acqua separata non dovrà superare il 2% in volume.

Con il campione di miscela dovranno essere altresì confezionati dei provini da sottoporre a prove di compressione monoassiale, nella misura di almeno una prova a micropalo.

L'esecuzione del singolo micropalo sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore in contraddittorio con la Direzione Lavori di una apposita scheda sulla quale si registreranno i controlli delle tolleranze e i dati seguenti:

- rilievi stratigrafici del terreno;
- identificazione del micropalo;
- dati tecnici dell'attrezzatura di perforazione;
- data di inizio perforazione e termine getto (o iniezione);
- fluido di perforazione impiegato;
- profondità di progetto;
- profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
- profondità del foro all'atto della posa in opera dell'armatura;
- geometria e tipologia dell'armatura;
- volumi di miscele per la formazione della guaina (per micropali ad iniezioni multiple selettive);
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;

- risultati delle prove di controllo sulla miscela di iniezione (peso di volume, essudazione, etc.), numero di campioni prelevati e loro resistenza a compressione monoassiale.
- risultati di ulteriori prove condotte o ordinate dalla Direzione Lavori.

## 14. PONTI, VIADOTTI E SOTTOVIA

### 14.1 GENERALITA'

L'oggetto della presente sezione riguarda le diverse tipologie strutturali di realizzazione dei ponti, dei viadotti e dei sottovia, e l'insieme degli elementi costruttivi che li compongono. Sarà cura dell'Appaltatore procedere alla redazione del piano operativo di cantiere per il sollevamento/varo (detto anche piano di montaggio) delle strutture costituenti ponti e viadotti. Tale piano sarà coerente con le indicazioni fornite in merito dagli elaborati costituenti il progetto esecutivo e dovrà scrupolosamente attenersi a queste per quanto riguarda i seguenti punti:

- tempistica di attuazione delle operazioni;
- caratteristiche geometriche, meccaniche e statiche degli elementi provvisori quali, martinetti, carri varo, pile provvisorie, ecc.;
- caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi d'opera da utilizzare;
- raggiungimento delle resistenze dei cls indicate nel progetto esecutivo;
- posizionamento del carro varo in relazione alle fasi di avanzamento della costruzione;
- pesi delle parti costituenti il carro varo;
- posizione e peso dei contrappesi indicati nel progetto;
- posizione e caratteristiche meccaniche delle barre ad alta resistenza per collegamenti provvisori.
- attuazione delle distorsioni indotte al fine di minimizzare i fenomeni di fluage in termini di forze e spostamenti applicati alla struttura.

Il piano operativo di cantiere per il sollevamento/varo sarà accompagnato da un piano operativo di monitoraggio topografico da effettuare sulla struttura e finalizzato al controllo topografico in corso di costruzione. Il piano di monitoraggio topografico sarà basato sulle deformazioni calcolate in sede di progettazione esecutiva e dovrà riportare:

- la geometria dell'impalcato nelle singole fasi costruttive (ovvero per ogni posa di concio e per ogni applicazione della distorsione sugli appoggi) in funzione delle deformazioni indotte dalle sollecitazioni agenti e dalle variazioni volumetriche differite del cls;
- le tolleranze ammissibili sui valori delle deformazioni di progetto in funzione delle caratteristiche dell'opera stessa;
- i metodi di controllo della temperatura sulle facce delle travi.

Il piano operativo di cantiere di sollevamento/varo ed il relativo piano di monitoraggio, ferma restando l'esclusiva e totale responsabilità dell'Appaltatore, dovranno essere preventivamente trasmessi al Coordinatore per l'Esecuzione ed alla Direzione Lavori con congruo anticipo sull'attività di montaggio. Dopo l'approvazione e prima della fase di montaggio, l'Appaltatore dovrà dare comunicazione alla D.L. della data di inizio dei lavori.

Tutti i macchinari, le attrezzature e le procedure lavorative dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalla vigente normativa in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro (D.Lgs 626/94, D.Lgs 494/96, ecc.)

In particolare, poiché i cantieri in esame ricadono nell'ambito di applicazione del D.Lgs 494/96 e successive modifiche ed integrazioni, tutte le operazioni di realizzazione dell'infrastruttura dovranno essere eseguite in conformità a quanto indicato nel Piano di Sicurezza e Coordinamento e sotto la supervisione del Coordinatore per l'Esecuzione: quindi anche i piani di montaggio e di monitoraggio dovranno essere parte del Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Ogni variazione in difformità alle indicazioni progettuali sarà supportata da relazioni con conseguenti modifiche degli elaborati progettuali. Gli elaborati così modificati saranno firmati dall'Appaltatore e sottoposti all'esame del Direttore Lavori per preventiva approvazione.



Le prove di carico prescritte dalle specifiche contrattuali, dai documenti di progetto ed eventualmente richieste dalla Direzione Lavori in base a motivate esigenze tecniche, così come quelle previste dalle leggi vigenti, saranno eseguite a cura dell'Appaltatore.

Nella esecuzione dei lavori l'Appaltatore dovrà fornire la manodopera, le attrezzature, le opere provvisorie, i ponteggi in quantità e tipologia adeguate sia alla esecuzione dei lavori che alla effettuazione di controlli ed ispezioni.

Sarà cura dell'Appaltatore eseguire o far eseguire tutte le prove ed i controlli previsti, così come quelli aggiuntivi che la Direzione Lavori ritenesse necessari ad assicurare la rispondenza del lavoro eseguito alle specifiche ed agli standard qualitativi prefissati.

Per consentire la effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere alla installazione in cantiere di uno o più laboratori attrezzati per la esecuzione delle prove previste. Il laboratorio di cantiere dovrà avvalersi di personale qualificato e numericamente adeguato al quantitativo di prove da eseguire.

Le prove da eseguire ai sensi della legge 5 novembre 1971 N° 1086 dovranno essere effettuate presso laboratori ufficiali autorizzati.

Nel caso di lavori da eseguire in presenza d'acqua sarà cura dell'Appaltatore provvedere con i mezzi più adeguati all'aggettamento ed al contenimento della stessa o, in alternativa, sarà sua cura adottare gli accorgimenti necessari, previa informazione alla Direzione Lavori, per l'esecuzione dei lavori in presenza d'acqua.

I materiali e i magisteri non espressamente richiamati nel presente articolo saranno conformi agli articoli appositamente redatti e costituenti le presenti Norme Tecniche.

Le strutture, sia in calcestruzzo che in carpenteria metallica, prefabbricate in stabilimenti esterni, prima dell'inoltro in cantiere dovranno essere sottoposte alle prove di controllo qualità e, ove richiesto, alle prove di preassemblaggio.

L'esame e la verifica, da parte della Direzione dei Lavori, dei progetti delle opere e dei certificati degli studi, 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.

## **14.2 Ponti e viadotti in carpenteria metallica**

### ***14.2.1 Posa in opera manufatti prefabbricati***

Le strutture prefabbricate (conci metallici) saranno varate nella loro posizione definitiva mediante sollevamento longitudinale o trasversale a mezzo di carroponete, carrelli, gru, derrick, blondin, ecc. o con combinazioni varie di questi sistemi e mezzi.

L'eventuale impiego di elementi strutturali metallici o in conglomerato cementizio, semplice od armato, normale o precompresso, con funzione di cassaforma persa per il getto delle solette, sbalzi e traversi di impalcato, dovrà essere previsto in sede di progetto esecutivo. In assenza di indicazioni esaustive sarà cura dell'Appaltatore eseguire le opportune integrazioni dandone evidenza alla Direzione Lavori.

### ***14.2.2 Martinetti provvisori***

La documentazione tecnica relativa ai martinetti sarà trasmessa dall'Appaltatore alla Direzione Lavori con congruo anticipo rispetto alle operazioni di varo. 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 di esercizio. Tale valore dovrà essere non inferiore a 1,5 volte il valore massimo previsto in sede progettuale.

La corsa massima di esercizio. Tale valore deve essere non inferiore a 1,5 volte il valore massimo previsto in sede progettuale.

Il Costruttore.

I dati tecnici dell'apparecchio prescelto.

I martinetti costituenti un'unica linea di appoggio saranno collegati da un sistema centralizzato di controllo automatico delle pressioni capace di assicurare in ogni istante il mantenimento e la omogenea distribuzione delle forze nei singoli martinetti.

### ***14.2.3 Collegamenti provvisori con barre tipo Dywidag***

Nei conci prefabbricati e nei pulvini saranno previsti gli alloggiamenti per le barre ad alta resistenza aventi funzione di collegamento provvisorio impalcato/pila ed impalcato/carro-varo. Il numero e le caratteristiche geometriche e meccaniche delle barre saranno conformi alle indicazioni fornite negli elaborati del progetto esecutivo. Dopo il completamento del montaggio le cavità impiegate per l'alloggiamento delle barre provvisorie e dei ganci di sollevamento saranno riempite con malta reoplastica a ritiro compensato aventi le caratteristiche indicate nell'Articolo dedicato facente parte delle presenti Norme Tecniche.

### ***14.2.4 Montaggio***

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo e nel piano di montaggio che, ferma restando la totale ed esclusiva responsabilità dell'Appaltatore, con congruo anticipo sull'inizio dei montaggi, dovrà essere trasmesso alla Direzione Lavori.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito e il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto. In particolare si dovrà controllare che la controfrecchia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni del piano di montaggio, rispettando le tolleranze previste. La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare:

- per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi e sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tramvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

## **14.3 Sistema di stralli**

Gli stralli a trefoli paralleli avranno n.4 livelli di protezione dalla corrosione. I primi tre livelli sono rappresentati dalla zincatura, ceratura e viplatura del singolo trefolo in acciaio. La quarta "barriera" alla corrosione è rappresentata dalla guaina di polietilene ad alta densità (pead) che racchiude il cavo.

Il sistema non prevede alcun tipo di iniezione di miscela all'interno del cavo mentre le testate saranno ulteriormente protette dalla corrosione mediante iniezione localizzata di cera petrolifera, così come per la protezione alla corrosione dei blocchi d'ancoraggio.

Per le caratteristiche tecniche degli elementi componenti il sistema di stralli e per le operazioni di messa in opera e tesatura bisogna rispettare quanto indicato negli elaborati grafici di progetto e nella parte descrittiva delle relazioni di calcolo.

#### **14.4 Verniciature e/o Impermeabilizzazione**

Si rimanda agli articoli specifici facenti parte delle presenti Norme Tecniche.

#### **14.5 Apparecchi d'appoggio**

##### ***14.5.1 Generalità***

Gli apparecchi d'appoggio possono essere del tipo fisso o mobile, per la realizzazione, rispettivamente, dei vincoli di “cerniera” e di “carrello – cerniera”.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà presentare un apposito certificato, rilasciato da un Laboratorio Ufficiale, comprovante le caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati. Dovranno risultare agevoli: la periodica ispezione, la manutenzione e l'eventuale sostituzione.

L'Appaltatore dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

I laboratori per le prove saranno indicati dalla DL.

La Direzione dei Lavori autorizzerà la posa in opera dei dispositivi solo dopo aver completato con esito positivo le prove di accettazione. Nella fornitura degli apparecchi di appoggio saranno inclusi anche quegli apparecchi che la DL intenderà sottoporre alle prove distruttive. L'onere della fornitura degli apparecchi da sottoporre a prove di qualificazione e l'onere delle prove stesse è a carico dell'Appaltatore. Gli apparecchi sottoposti a prove distruttive saranno allontanati dopo la prova indipendentemente dall'esito della stessa.

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 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.

##### ***14.5.2 Qualificazione***

In sede di qualifica l'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile all'approvazione della Direzione dei Lavori la seguente documentazione per ogni diversa tipologia di apparecchio di appoggio:

- Una relazione tecnica e di calcolo che illustri il comportamento meccanico dei singoli componenti dell'apparecchio e l'aderenza ai requisiti prestazionali individuati nel progetto esecutivo.
- Le prove di laboratorio effettuate dal Costruttore;
- Documentazione di apparecchi analoghi installati dal costruttore negli ultimi 5 anni.
- Sistema di qualità ISO9001 del Costruttore dei dispositivi valida per gli ultimi 5 anni.
- Le caratteristiche tecniche;
- Le modalità di posa in opera;

- Il piano di manutenzione e monitoraggio;
- Gli elaborati di progetto del dispositivo.

Il progetto del dispositivo dovrà contenere:

- a) l'indicazione delle escursioni e delle rotazioni previste per gli apparecchi nelle singole fasi di funzionamento. Dovranno essere esposti separatamente i contributi dovuti alle azioni permanenti ed accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscosi (laddove non compensate con distorsioni di progetto), al ritiro del calcestruzzo e alla geometria curvilinea dell'impalcato;
- b) l'indicazione delle caratteristiche di mobilità richieste per gli apparecchi, in funzione dei dati di cui al punto a) e di un congruo franco di sicurezza, che dovrà essere espressamente indicato;
- c) l'indicazione della tolleranza ammessa per l'orizzontalità ed il parallelismo dei piani di posa degli apparecchi;
- d) l'indicazione della prerogolazione da effettuare sugli apparecchi al momento del montaggio, in funzione della temperatura ambiente e della stagionatura del calcestruzzo al momento della posa;
- e) la verifica statica dei singoli elementi componenti l'apparecchio e la determinazione della pressione di contatto;
- f) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile, alle norme UNI;
- g) l'indicazione dei materiali componenti l'apparecchio, con riferimento, ove possibile alle norme UNI;
- h) l'indicazione delle modalità di collegamento dell'apparecchio al pulvino ed alla struttura d'impalcato e degli eventuali accorgimenti da adottare per il montaggio provvisorio;
- i) il piano di monitoraggio e di manutenzione degli apparecchi installati;
- j) i certificati delle prove e dei collaudi interni eseguiti dal Costruttore degli apparecchi di appoggio.

### **14.5.3 Materiali e norme di accettazione**

In linea di massima le caratteristiche dei materiali dovranno essere le seguenti:

- a) Acciaio laminato: Sarà della classe Fe37, Fe 43 o Fe52 - grado D delle norme UNI 7070-72
- b) Acciaio fuso a getti: Sarà della classe FeG520 delle norme UNI 3158-1977.
- c) Acciaio inossidabile.  
Lamiere per superfici di scorrimento: acciaio della classe X5 Cr Ni Mo 17/12 delle norme UNI 6903-1971.  
Il materiale, sottoposto a prove di corrosione secondo le norme UNI 4261-1966 non dovrà dare luogo ad ossidazioni a  $60^{\circ}\text{C} \pm 2$ , senza agitazione, per 4 giorni consecutivi.  
La faccia a contatto con il PTFE dovrà essere lucidata fino a rugosità  $Ra\ 0,1^{\mu}$  (UNI 3963).
- d) Elastomeri  
Elastomero alternato ad acciaio: sarà conforme alle norme C.N.R.-UNI 10018-72-85.  
Elastomero per cuscinetti incapsulati: sarà realizzato con mescole a base di neoprene aventi le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione,  $\geq 10\text{N/mm}^2$  [ $100\text{Kg/cm}^2$ ] (UNI 6065-67);
  - allungamento a rottura,  $\geq 300\%$  (UNI 6065-67);
  - deformazione permanente a compressione (UNI4913), (50%;24h;70°C)  $\leq 20\%$ ;
  - durezza Shore (come da UNI 4916-74).
- e) Politetrafluoroetilene (PTFE).  
Per le superfici di scorrimento.  
Sarà tassativamente di tipo vergine, di primo impiego, senza aggiunte di materiale rigenerato o di additivi, prodotto per libero deposito e non addensato.  
Le caratteristiche del PTFE, determinato secondo le norme UNIPLAST 5819-1966, saranno le seguenti:
- densità:  $2,13 \div 2,23\text{ g/cm}^3$ ;
  - resistenza a trazione (23°C),  $\geq 24\text{ N/mm}^2$  [ $240\text{ Kg/cm}^2$ ];
  - allungamento a rottura (23°C)  $\geq 300\%$ ;
  - durezza Shore (come da UNI 4916-74).
- f) Grasso di silicone per la lubrificazione delle superfici.  
Le superfici di scivolamento (PTFE ed acciaio inox) dovranno essere lubrificate nelle zone di scorrimento ma non in quelle di rotazione.  
Si dovranno prevedere apposite cavità per l'accumulo del lubrificante che sarà costituito da grasso al silicone che conservi la sua efficacia fino a -35°C.  
Detto grasso non dovrà resinificare né aggredire i materiali costituenti le superfici di scorrimento. Esso dovrà essere in particolare conforme alle seguenti norme:
- penetrazione su campione rimaneggiato,  $240 \div 295\text{ dmm}$  (Din 51804);
  - punto di congelamento,  $\leq -50^\circ\text{C}$  (DIN 51556);
  - essudazione (Bleeding) 24h a  $150^\circ\text{C}$ ,  $\leq 3\%$  (US-Fed.T.M. Std 791.321.2).
- g) Altri materiali  
L'impiego di materiali diversi da quelli indicati, da quali alluminio e acciaio cromato, (su supporto Fe52 grado D) è subordinato alle seguenti condizioni:
- documentazione da parte dell'Appaltatore delle caratteristiche di materiali e delle referenze sulle loro precedenti applicazioni in campi analoghi;
  - proposte da parte dell'Appaltatore di specifiche tecniche e norme di accettazione da sottoporre all'approvazione del ANAS,
  - in ogni caso le caratteristiche di resistenza alla corrosione e quelle di attrito delle superfici a contatto, dovranno essere analoghe a quelle ottenibili con i materiali precedentemente descritti.

#### **14.5.4 Prove sui materiali**

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di intervenire alle operazioni di collaudo, e quella di svolgere ispezioni nell'officina, per verificare la rispondenza dei materiali impiegati ai documenti di collaudo e la regolarità delle lavorazioni.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di prelevare, durante la lavorazione, campioni di materiali da sottoporre alle prove di accettazione. Tali prove si svolgeranno presso i Laboratori ufficiali designati dalla D.L.

Tutti i materiali da impiegare nella costruzione degli apparecchi di appoggio saranno sottoposti, prima dell'inizio della lavorazione, a collaudo tecnologico, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le norme di accettazione riportate nel punto precedente.

### 14.5.5 Fabbricazione

#### *Acciaio inossidabile.*

La lamiera di acciaio inossidabile, costituente la superficie a contatto con il PTFE, sarà collegata alla piastra di scorrimento in acciaio mediante saldatura (cordone continuo) o avvvitamento (viti o rivetti inossidabili), in maniera tale che sia resistente al taglio.

Nel caso si impieghino delle viti o i rivetti, la lastra di scorrimento di acciaio dovrà essere protetta sufficientemente contro la corrosione, con le misure indicate al punto successivo, anche nella zona coperta dalla lamiera inossidabile.

#### *Superfici di scorrimento orizzontale.*

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile dipenderà dalla differenza, nella direzione del movimento prevalente, fra le dimensioni della lastra di acciaio e della superficie di PTFE, per evitare fenomeni di increspatura dell'acciaio dovuti a eccessiva lunghezza libera della lastra.

Differenza di dimensioni	Spessore minimo della lastra di acciaio
Fino a 600 mm	2,5 mm
più di 600 mm	3,0 mm

Tale spessore sarà conforme alle seguenti condizioni:

#### *Superfici curve.*

Lo spessore della lamiera di acciaio inossidabile sarà di 2,5 mm nel caso di collegamento o con viti o rivetti; di 1,5 mm nel caso di collegamento con saldatura.

#### *PTFE.*

Le guarnizioni di PTFE per le superfici di scorrimento orizzontali saranno incassate nelle apposite sedi e fissate con idoneo adesivo.

Esse saranno composte o di una superficie unica o di pattini (strisce) della larghezza minima di 5 cm, con interasse non superiore a due volte lo spessore della piastra rivestita in acciaio inossidabile a contatto con i pattini.

Nei rivestimenti delle guide degli organi di ritegno le dimensioni delle strisce potranno scendere fino a 15 mm.

Lo spessore totale del PTFE, della parte incassata e di quella fuoriuscente dalla sede sarà variabile con le dimensioni in pianta della lastra.

Dimensioni max superficie PTFE (diametro o diagonale della lastra)	Spessore minimo totale	Spessore parte fuoriuscente
fino a 600 mm	4,5 mm	mm 2,0 ± 0,2
600 ÷ 1200 mm	5,0 mm	mm 2,5 ± 0,2
oltre 1200 mm	6,0 mm	mm 3,0 ± 0,2

I valori di questi spessori si ricaveranno come segue :

Nel caso di pattini, di diagonale non eccedente i 600 mm, lo spessore sarà di mm 4 di cui mm 2 ± 0,2 fuoriuscenti.

L'impiego di strisce di PTFE semplicemente incollato è consentito solo nella calotta sferica; il rivestimento di PTFE dovrà essere preformato in un sol pezzo con la stessa sagoma dell'alloggiamento.

In questo caso lo spessore del PTFE potrà essere limitato a  $mm\ 2 \pm 0,2$ .

Il materiale usato per l'incollaggio dovrà fornire una forza di adesione al supporto di almeno 0,40 Kg. per millimetro di larghezza nella prova di strappo innescato con un angolo di 90°.

Il progetto dell'apparecchio dovrà essere tale che, anche durante la massima escursione, la piastra superiore dovrà sempre ricoprire interamente quella rivestita di PTFE.

A) Pressioni ammissibili.

Per le superfici di scorrimento orizzontali si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti,  $30\ N/mm^2$  [ $300\ Kg/cm^2$ ];
- con carico massimo,  $45\ N/mm^2$  [ $450\ Kg/cm^2$ ];

Per i listelli di guida, che saranno sempre senza tasche per il grasso, la pressione ammissibile sarà di  $60\ N/mm^2$  [ $600\ Kg/cm^2$ ]; se i carichi non agiscono in modo permanente.

In caso contrario verranno le limitazioni per le superfici di scorrimento orizzontali.

Per i rivestimenti delle calotte sferiche si ammetteranno le seguenti pressioni:

- con carichi permanenti,  $17\ N/mm^2$  [ $170\ Kg/cm^2$ ];
- con carico massimo  $25\ N/mm^2$  [ $250\ Kg/cm^2$ ]

B) Cavità per il lubrificante di grasso al silicone.

La profondità di questa cavità non potrà essere maggiore dello spessore di PTFE sporgente al di fuori dell'alloggiamento. Nel calcolo delle pressioni sul PTFE la sua superficie verrà considerata interamente, senza escludere l'area delle cavità.

#### ***Coefficiente d'attrito***

L'Appaltatore dovrà fornire i diagrammi del coefficiente d'attrito, previsto per gli appoggi da essa forniti, al variare della pressione di contatto sul PTFE nelle peggiori condizioni di funzionamento prevedibile (indicativamente a  $-30^\circ C$  e con movimenti a bassa velocità, conseguenti a fenomeni di dilatazione, e alta velocità conseguente ad evento sismico).

#### ***Parti in composizione saldata.***

La Direzione lavori stabilirà il tipo e l'estensione dei controlli da eseguire sulle saldature, sia in corso di elaborazione che ad opera finita, in conformità al D.M. 14/01/2008. Tali controlli saranno eseguiti presso gli Istituti designati dalla Direzione Lavori; i relativi oneri saranno a carico dell'Appaltatore.

#### ***Protezione anticorrosiva.***

Tutte le parti meccaniche dovranno essere protette contro la corrosione.

Il ciclo dovrà rispettare le seguenti caratteristiche: sabbiatura a metallo bianco seguita da uno dei cicli di verniciatura contenuti nel punto "verniciature" del presente Capitolato.

Le superfici che dovranno venire a contatto col calcestruzzo saranno protette, fin al momento della messa in opera, con un film di materiale sintetico facilmente asportabile della messa in opera, oppure con altri idonei accorgimenti, tali da permettere la sistemazione in opera con superfici ancora esenti da ruggine e da altre sostanze tali da riprodurre l'aderenza acciaio/malta d'ancoraggio.



### ***Antipolvere***

Gli appoggi saranno dotati di completa protezione antipolvere realizzata con raschia polvere e soffietti neoprene che si estenderanno per tutta l'escursione dell'apparecchio. I fermi e i contrassegni degli appoggi dovranno essere visibili o ubicati all'esterno della protezione.

### **14.5.6 Assemblaggio**

#### ***Collegamenti provvisori.***

Durante il trasporto ed il montaggio le parti mobili saranno tenute in posizione mediante collegamenti provvisori, da eliminare dopo la posa in opera. A tal fine saranno evidenziati con colore diverso da quello dell'appoggio (per esempio giallo).

#### ***Preregolazione.***

La pre-regolazione degli apparecchi sarà eseguita dall'Appaltatore al momento del collegamento alle strutture; i valori della pre-regolazione dovranno corrispondere a quelli prescritti dalla Direzione Lavori sulla base del progetto esecutivo.

#### ***Contrassegni.***

Gli apparecchi saranno dotati di targhetta metallica con le seguenti indicazioni:

- nome del Costruttore e anno di produzione;
- tipo di apparecchio e sue funzioni (multidirezionale, fisso, ecc.);
- carico verticale di progetto;
- eventuale carico orizzontale di progetto;
- escursione longitudinale di progetto;
- eventuale escursione orizzontale di progetto;
- eventuali altre indicazioni utili per la corretta posa in opera.

#### ***Riferimenti.***

Gli apparecchi saranno dotati di riferimenti per il loro posizionamento. In particolare, saranno indicati gli assi dell'appoggio e la direzione di scorrimento longitudinale. Gli apparecchi saranno inoltre dotati di scala graduata e di indice di misura per lo scorrimento.

### **14.5.7 Prove di accettazione sul prodotto finito**

È facoltà della Direzione Lavori richiedere prove non distruttive e prove distruttive sugli apparecchi di appoggio prescelti.

Le prove saranno eseguite in conformità alle norme vigenti e alle “Norme Tecniche per la fornitura degli apparecchi di appoggio” redatte da Autostrade Spa.

Le prove saranno eseguite presso il laboratorio indicato dalla DL a cura ed onere dell'Appaltatore.

Le prove distruttive saranno eseguite su un solo apparecchio, prescelto dalla DL, per ogni tipologia di apparecchio.

Le prove non distruttive saranno eseguite sul almeno il 5% degli apparecchi facenti parte della stessa fornitura, prescelti dalla DL.

In caso di esito negativo di almeno una prova, sarà ripetuta la serie di prove con uguali modalità della serie precedente.

Un ulteriore fallimento di una singola prova porterà al rifiuto della intera fornitura. Gli apparecchi sottoposti a prove distruttive saranno allontanati dopo la prova indipendentemente dall'esito della stessa.

#### ***14.5.8 Posa in opera***

Prima della posa in opera degli apparecchi d'appoggio l'Appaltatore dovrà provvedere per ogni singolo apparecchio al tracciamento degli assi di riferimento ed alla livellazione dei piani di appoggio, i quali dovranno essere rettificati con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Procederà, successivamente, al posizionamento dell'apparecchio ed al suo collegamento alle strutture secondo le prescrizioni di progetto. In questa fase ciascun apparecchio dovrà essere prerogato secondo le prescrizioni della DL.

##### ***Verifica delle sedi predisposte.***

Prima di iniziare le operazioni di posa in opera, l'Appaltatore dovrà verificare a sua cura e spese le sedi predisposte nelle strutture sotto e soprastanti gli appoggi.

In particolare, sarà verificata l'orizzontalità della sede, che dovrà essere ripristinata dall'Appaltatore se presenterà difetti superiori alla tolleranza indicata nello 0,1% per ogni tipo di apparecchio. Tale ripristino sarà a carico dell'Appaltatore per difetti di orizzontalità fino allo 0,5%; oltre tale tolleranza per la sola parte eccedente lo 0,5% il ripristino sarà compensato con apposito prezzo.

In ogni caso le irregolarità eventualmente rilevate dovranno essere segnalate dall'Appaltatore alla Direzione dei Lavori per iscritto e prima dell'inizio della posa in opera.

In mancanza di tale comunicazione scritta, si intenderà che l'Appaltatore ha riscontrato la correttezza delle suddette predisposizioni.

##### ***Collegamento alla struttura e ripristino dell'orizzontalità***

Gli appoggi devono essere adeguatamente collegati alle strutture sotto e sovrastanti con anche d'appoggio.

È a carico dell'Appaltatore la realizzazione di tali collegamenti, con tutte le forniture, prestazioni ed oneri ad essa inerenti. In funzione delle condizioni specifiche si potranno impiegare: iniezioni di resina, strati di conguaglio in resina o in malta di resina, in malta cementizia reoplastica (questi ultimi verranno impiegati per spessori superiori ai 5 cm) oppure tirafondi metallici, annegati preventivamente nelle strutture, o sigillati entro gli alloggiamenti appositamente precostituiti.

Le verifiche di posa in opera, saranno effettuate dall'Appaltatore, in contraddittorio con la DL, per ogni lotto di appoggi relativi ad una singola opera d'arte. I controlli riguarderanno, oltre a quanto riportato nel predetto punto:- verifica dell'esistenza del disegno di posa in opera;

- verifica del posizionamento dell'apparecchio, in conformità al disegno di posa;
- planarità delle superfici di appoggio, in modo che i piani di scorrimento degli appoggi siano orizzontali;
- parallelismo dei piani di scorrimento, nel caso in cui sullo stesso asse di appoggio vi siano più apparecchi mobili;
- verifica della pre-regolazione della corsa.

#### 14.6 Dispositivi di ritegno elastico in neoprene

I dispositivi sono essenzialmente costituiti da una coppia di dischi in neoprene - a norme cnr 10018/85 – contrapposti e vulcanizzati dalla parte opposta ad una piastra metallica di supporto, a sua volta fissata con viti ad una contropiastra ancorata mediante zanche. Le superfici soggette all'aggressione atmosferica sono protette da una mano di fondo di zincante epossidico e da una a finire di vernice epossipoliammidica. Per le caratteristiche tecniche e di posa in opera bisogna rispettare quanto indicato negli elaborati grafici di progetto e nella parte descrittiva delle relazioni di calcolo.

#### 14.7 Giunti di dilatazione

A seconda della luce degli elementi strutturali soggetti a dilatazione, verranno impiegati particolari dispositivi intesi ad assicurare la protezione dei giunti all'uopo predisposti e tali da garantire la perfetta impermeabilità della struttura ed impedire il passaggio delle acque al di sotto della soletta. I giunti saranno attrezzati in maniera tale da impedire il libero scolo delle acque sulla sottostruttura, bensì il convogliamento delle acque lontano dalla struttura nelle sedi opportune.

L'Appaltatore sarà tenuto a fornire i dati tecnici occorrenti per determinare le caratteristiche del giunto in conformità con i requisiti prestazionali indicati in progetto.

L'Appaltatore dovrà tener conto, nei propri programmi di lavori, dei tempi necessari per le operazioni di fornitura e montaggio degli apparecchi di giunto oltre che per tutte le predisposizioni sopraindicate.

La Direzione dei Lavori autorizzerà la posa in opera dei dispositivi solo dopo aver completato con esito positivo le prove di accettazione.

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 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. Nella fattispecie si farà riferimento ai giunti di dilatazione riportati nel seguente elenco riassuntivo.

- **Giunto di dilatazione in gomma armata (50mm) "A"**

I giunti di dilatazione ed impermeabilità saranno costituiti da moduli in gomma armata a norme CNR 10018/85, realizzati mediante due piastre unite per vulcanizzazione ad un coprivarco in gomma di tenuta e smaltimento acque superficiali.

Il sistema di ancoraggio meccanico sarà realizzato mediante tasselli di acciaio ad espansione o zanche multidirezionali e tirafondi o barre filettate, così come indicato negli elaborati progettuali e/o dalla Direzione dei Lavori.

Il giunto sarà inoltre dotato di:

- scossalina di raccolta acque in tessuto gommato tipo hypalon;
- profilo a "L" in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;
- massetto di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

I giunti a posa in opera ultimata, dovranno garantire lo sviluppo delle deformazioni elastiche fino a  $\pm 50$  mm.

- **Giunto di dilatazione in gomma armata (200mm) “B”**

I giunti di dilatazione ed impermeabilità saranno costituiti da moduli in gomma armata a norme CNR 10018/85, realizzati mediante due piastre unite per vulcanizzazione ad un coprivarco in gomma di tenuta e smaltimento acque superficiali.

Il sistema di ancoraggio meccanico sarà realizzato mediante tasselli di acciaio ad espansione o zanche multidirezionali e tirafondi o barre filettate, così come indicato negli elaborati progettuali e/o dalla Direzione dei Lavori.

Il giunto sarà inoltre dotato di:

- scossalina di raccolta acque in tessuto gommato tipo hypalon;
- profilo a “L” in acciaio inox per drenaggio acque di sottopavimentazione;
- massetto di malta epossidica di raccordo fra gli elementi di giunto e la pavimentazione bituminosa.

I giunti a posa in opera ultimata, dovranno garantire lo sviluppo delle deformazioni elastiche fino a  $\pm 200$  mm.

#### **14.8 Dispositivi per lo smaltimento delle acque**

Tali dispositivi verranno eseguiti dall'Appaltatore in conformità alle indicazioni di progetto esecutivo ed alle disposizioni della Direzione Lavori.

Detti dispositivi dovranno rispondere a quanto prescritto dal D.M.14/01/2008.

I dispositivi saranno attrezzati in maniera tale da impedire il libero scolo delle acque sulla sottostruttura, bensì il convogliamento delle acque lontano dalla struttura nelle sedi opportune.

#### **14.9 Specifiche di controllo**

La seguente specifica si applica ai vari tipi di ponti viadotti e sottovia ricadenti all'interno dell'infrastruttura stradale.

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 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.

I controlli in fase di costruzione sono dei tipi seguenti:

- **Controlli dimensionali e di posizionamento**  
Questo tipo di controllo deve essere eseguito prima di ogni fase di lavoro che preveda lavorazioni o messa in opera di profilati, lamiere e ogni altro tipo di componente come specificato nei disegni di progetto.
- **Controllo delle frecce d'inflexione e corretta posa in opera dei manufatti.**  
Alcuni tipi di travatura potranno essere costruite con controfreccie di montaggio. Le frecce in oggetto dovranno essere controllate per ogni trave posta in opera e registrate su apposito registro.
- **Controllo sui rivestimenti e verniciature**  
Il controllore dovrà verificare visivamente lo stato generale delle verniciature e prendere di conseguenza le opportune azioni per il ripristino delle stesse.

- **Controllo sui pali di fondazione**  
Si rimanda all'Articolo dedicato ai Pali di fondazione delle presenti Norme Tecniche.

## **15. OPERE DI CONSOLIDAMENTO**

### **15.1 CLASSIFICAZIONE, DEFINIZIONI E NORMATIVE**

#### **15.1.1 Classificazione**

Le opere di cui in appresso sono riferite alla classificazione che segue:

##### **A) Trattamenti colonnari**

I trattamenti colonnari identificano l'esecuzione di colonne di terreno consolidato, ottenute tramite:

- sistemi jetting (jet-grouting)

#### **15.1.2 Definizioni**

##### **15.1.2.1 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 disagregazione, 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 riproforando le colonne con fanghi cementizi aventi la stessa composizione della miscela di iniezione.

#### **15.1.3 Normative di Riferimento**

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative. D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni" e norme o documenti esplicitamente richiamati dal Decreto Ministeriale;

- Raccomandazioni A.I.C.A.P. "Ancoraggi nei terreni e nelle rocce", edizione 1993.
- Altre norme UNI-CNR, ASTM, DIN, Eurocodici che saranno richiamate ove pertinenti.

### **15.2 TRATTAMENTI COLONNARI JETTING (GET – GROUTING)**

#### **15.2.1 Premessa**

I trattamenti colonnari, ovvero quei trattamenti di consolidamento e impermeabilizzazione realizzati stabilizzando mediante rimescolamento il terreno con una miscela legante di acqua - cemento immessa a getto ad altissima pressione, dovranno essere eseguiti secondo modalità di dettaglio approvate dall'Ufficio di Direzione Lavori e potranno essere realizzati in posizione verticale o comunque inclinati in relazione alle previsioni progettuali.

Vengono innanzitutto distinte tre diverse tipologie di iniezione per la realizzazione delle colonne di terra stabilizzata jet-grouting:

- Sistema di gettiniezione normale o monofluido  
È prevista l'iniezione a pressione di un solo fluido, normalmente miscela di acqua e cemento, eventualmente con aggiunte di bentonite e/o additivi. È possibile ottenere colonne di terreno trattato di diametro variabile da 35÷40 cm in terreni coesivi sino a 80 cm in terreni incoerenti.
- Sistema di gettiniezione bifluido  
Si basa sul presupposto secondo il quale il raggio di azione di un getto di un liquido aumenta notevolmente se questo è contornato da un getto anulare di aria di velocità almeno pari. I fluidi utilizzati sono una miscela di acqua-cemento (con eventualmente bentonite e/o additivi) e aria. L'iniezione avviene radialmente alla batteria di aste attraverso due ugelli coassiali: dall'ugello centrale fuoriesce il getto della miscela cementizia a circa 150÷200 m/s, mentre l'aria viene iniettata dall'ugello estremo anulare ad una velocità di circa 300 m/s. Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 160÷180 cm in terreni incoerenti granulari.
- Sistema di gettiniezione trifluido  
Vengono utilizzati tre fluidi: acqua e aria ad altissima velocità (300÷350 m/s), e una miscela cementizia a media velocità (50÷80 m/s). I primi due fluidi vengono iniettati nel terreno a mezzo di due ugelli coassiali con la stessa metodologia descritta per i jet bifluido, con la funzione di disgregare il terreno; la miscela cementizia viene invece iniettata da un ugello situato al di sotto dei primi due. Si possono ottenere colonne di diametro variabile da 100 cm, in terreni coesivi, sino a 180÷200 cm in terreni incoerenti granulari.

Nei relativi prezzi di elenco si intendono comprese e compensate tutte le prestazioni, forniture ed oneri per dare i trattamenti colonnari completi in opera secondo le previsioni di progetto e le prescrizioni delle presenti Norme.

Sono compresi tra gli altri:

- le preparazioni del piano di lavoro ed i tracciamenti;
- il carico e trasporto a rifiuto degli eventuali fanghi di risulta, compreso il loro trattamento secondo le leggi vigenti;
- tutte le prove, i controlli e la documentazione dei lavori.

Sono esclusi:

- la perforazione a vuoto;
  - la fornitura e posa in opera dell'eventuale armatura metallica;
- che verranno compensati con i relativi prezzi di elenco.

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.

### **15.2.2 Sistema di gettiniezione normale o monofluido**

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste e del monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autopercorante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 70 mm e formata da tubi in acciaio di grosso spessore atti a resistere a forti pressioni interne, con giunzioni filettate tali da garantire la tenuta idraulica. La parte inferiore deve quindi essere collegata al monitor porta ugelli sopra descritto. Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autopercorante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela dovrà essere costituita da acqua e cemento tipo 425, nel rapporto compreso tra 0,7/1 e 1,5/1, con impiego eventuale di additivi secondo le disposizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori, e dovrà essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 350 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 10÷20 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 2÷6 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare  $\cong$  10 MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg nei terreni coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati delle eventuali colonne prova.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

### **15.2.3 Sistema di gettiniezione bifluido**

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autopercorante, cioè munito al



piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nei fori la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da due tubi in acciaio concentrici in maniera tale che nel tubo centrale venga convogliata la miscela ad altissima pressione, mentre nello spazio anulare periferico venga inviata l'aria compressa; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La miscela cementante, di caratteristiche analoghe a quella descritta al punto L.2.3, deve essere iniettata a pressioni pari a 30÷40 MPa; l'aria compressa deve essere iniettata a pressioni pari a 0,7÷1,7 MPa.

La quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre la miscela fuoriesce dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene immesso un moto di rotazione ed estrazione a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione: 3÷10 giri al minuto;
- velocità di estrazione: 20÷30 minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare  $\geq$  MPa a 28 gg nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 MPa a 40 gg negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell'Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove.

Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%.

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, iniettando acqua al posto della miscela.

#### **15.2.4 Sistema di gettiniezione trifluido**

La perforazione deve essere eseguita a rotazione o a rotopercolazione, con diametro di almeno 20 mm superiore a quello della batteria di aste a due condotti e monitor.

Può essere utilizzata per la perforazione la stessa batteria di aste da utilizzare per la gettiniezione; in questo caso il monitor deve essere del tipo autoperforante, cioè munito al piede di scalpello a lame o a rulli e con un dispositivo di deviazione del fluido di perforazione dallo scalpello agli ugelli per il getto della miscela.

Una volta terminata la perforazione, deve essere calata nel foro la batteria per la gettiniezione, di diametro costante di circa 90 mm e formata da tre tubi in acciaio concentrici predisposti in modo tale che nel tubo centrale venga convogliata l'acqua ad altissima pressione, nello spazio anulare intermedio l'aria compressa ed in quello periferico la miscela; la parte inferiore è collegata con il monitor descritto al punto precedente.

Nel caso che la perforazione venga eseguita con il monitor autoperforante, questa fase non esiste.

Nel caso la perforazione abbia richiesto per la sua esecuzione di una tubazione di rivestimento provvisorio, si deve provvedere al suo recupero.

La pressione di iniezione dell'acqua dovrà essere superiore a 40 MPa, quella della miscela di 2÷7 MPa e la quantità di miscela iniettata dovrà superare il 70% del volume teorico del

terreno da trattare, con un minimo di 400 kg di cemento (peso secco) per metro cubo di terreno trattato. Mentre aria, acqua e miscela fuoriescono dagli ugelli posti alla estremità inferiore delle aste di iniezione, a queste ultime viene impresso un moto di rotazione e risalita a velocità predeterminata, tale comunque da soddisfare le seguenti condizioni:

- velocità di rotazione:  $3\div 7$  giri al minuto;
- velocità di estrazione:  $20\div 30$  minuti per metro.

La resistenza a compressione semplice del terreno consolidato dovrà risultare  $\geq 8$  Mpa a 28 gg. nei materiali incoerenti, con limite minimo di 5 Mpa a 40 gg. negli eventuali interstrati di materiali coesivi, salvo diverse indicazioni dell' Ufficio di Direzione Lavori a seguito dei risultati del campo prove. Il valore dell'R.Q.D. dovrà risultare non inferiore al 70%

Nel caso per esigenze di progetto o a causa della particolare natura del terreno venga richiesta anche la fase della gettiniezione preliminare, la sua esecuzione deve avvenire secondo le modalità previste per il trattamento, con la sola differenza che in questa fase non verrà iniettata la miscela.

### ***15.2.5 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 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.

#### ***15.2.5.1 Determinazione del diametro medio delle colonne***

Il diametro sarà misurato mediante la messa a giorno di almeno 3 m delle colonne (trascorrendo i primi  $50\div 60$  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.

##### **1.1.1.1.4 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 esterno 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 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)
- trasporto, nel laboratorio concordato con la Direzione Lavori, dei campioni preventivamente inseriti in fustelle di PVC chiuse con paraffina ed opportunamente imballati.
- 

### 15.2.6 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 in tabella 2.3.5.e, 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  $E \geq 100 q_u$

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>
- sistema a due fluidi 400 ÷ 450 kg/m<sup>3</sup>
- sistema a tre fluidi 600 ÷ 700 kg/m<sup>3</sup>.

### CARATTERISTICHE E LIMITI DI ACCETTABILITÀ DELLE COLONNE JET-GROUTING

SISTEMA	TIPO TERRENO	DIAMETRO MEDIO (m) $D_m$	RESISTENZA (MPa) $q_u$
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	

### 15.2.7 Tolleranze

Le tolleranze ammesse sull'assetto geometrico delle colonne di terreno consolidato sono le seguenti:

- la posizione dell'asse di ciascun punto di trattamento non dovrà discostarsi da quella di progetto più di 5 cm salvo diverse prescrizioni dell'Ufficio di Direzione Lavori;
- la deviazione dell'asse della colonna rispetto all'asse di progetto non dovrà essere maggiore dell'1,5%;
- la lunghezza non dovrà differire di  $\cong 15$  cm da quella di progetto;
- il diametro delle colonne non dovrà in nessuno caso risultare inferiore a quello nominale indicato in progetto.

#### 15.2.7.1 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.

È ammesso l'uso di additivi, aventi le funzioni di seguito indicate:

- stabilizzanti (la resa volumetrica deve risultare  $\geq 97\%$ ) 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:  $1 \leq a/c \leq 2$

### **15.2.8 Armatura dei trattamenti colonnari**

Quando previsto in progetto o formalmente ordinato dall'Ufficio di Direzione Lavori, le colonne dovranno essere armate con elementi in acciaio (tubi o barre), da introdurre a spinta con idonea attrezzatura nel corpo delle colonne in corrispondenza del preforo, appena ultimata l'iniezione e prima che la miscela inizi la presa.

Nel caso l'Ufficio di Direzione Lavori ordini 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 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.

### **15.2.9 Documentazione lavori e controlli**

L'esecuzione di ogni trattamento colonnare sarà documentata mediante la compilazione da parte dell'Appaltatore, in contraddittorio con l'Ufficio di Direzione Lavori, di una apposita scheda sulla quale si registreranno i dati seguenti:

- identificazione della colonna;
- data di inizio perforazione e termine iniezione;
- profondità di perforazione con inizio e fine del tratto consolidato;
- durata dell'iniezione;
- assorbimento totale effettivo di miscela di iniezione;
- tipo e quantitativo di additivi eventualmente impiegati;
- risultati delle prove di rottura e compressione semplice della miscela cementizia.

### **15.2.10 Controlli**

I controlli sui trattamenti colonnari da eseguire a cura e spese dell'Appaltatore, d'intesa con l'Ufficio di Direzione Lavori e con la frequenza di seguito indicata, dovranno essere finalizzati a verificare la congruenza dei risultati conseguiti in sede operativa con le tolleranze ammesse e le soglie minime di resistenza.

La geometria dei trattamenti (diametro, posizione e deviazione dell'asse, lunghezza) e la resistenza a compressione del terreno consolidato dovranno essere accertati con le prove sotto elencate su colonne scelte dall'Ufficio di Direzione Lavori:

- scavi di ispezione e prelievo di campioni indisturbati su tratti di colonne in ragione di una colonna ogni 100 eseguite; gli scavi dovranno essere spinti almeno fino alla profondità di 4 m e successivamente rinterrati procedendo a strati accuratamente compattati;
- sondaggi sulle colonne, in ragione di una colonna ogni 100 eseguite mediante carotaggio a rotazione continua con batteria di aste e doppio carotiere con corone diamantate di diametro nominale  $\cong 100$  mm.

Il sondaggio dovrà essere posizionato all'incirca a metà del raggio teorico della colonna e dovrà essere spinto per tutta la lunghezza della colonna fino a penetrare nel terreno naturale alla base della stessa. Si dovrà evitare che l'acqua di spurgo dilavi la carota.

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  $\cong 100$  mm:

$$R.Q.D.\% = \frac{\text{Somma della lunghezza degli spezzoni} \cong 100mm}{\text{Lunghezza perforata}} \times 100$$

L'Ufficio di Direzione Lavori selezionerà un certo numero di campioni per carota (mediamente da 3 a 5) da sigillare con paraffina entro fustelle in PVC e da inviare in laboratorio per le prove di resistenza a compressione.

Negli scomparti delle cassette catalogatrici saranno inseriti distanziatori al posto dei campioni di carota prelevati per il laboratorio e su ciascuno saranno indicati la quota e la lunghezza del campione.

Ogni cassetta verrà fotografata utilizzando film a colori ed avendo cura che le quote ed i riferimenti (cantiere, numero sondaggio) risultino leggibili anche nel fotogramma.

Qualora dalle prove di cui sopra risultasse che anche uno solo dei parametri sottoelencati:

- tolleranze geometriche:  
posizione dell'asse, deviazione dell'asse, lunghezza, diametro;
- resistenza a compressione semplice;
- valore di R.Q.D.;

è variato rispetto a quanto stabilito in precedenza con scostamenti negativi contenuti nei limiti del 10%, l'Ufficio di Direzione Lavori, d'intesa con il progettista, effettuerà una verifica della sicurezza.

Nel caso che tale verifica dia esito positivo, il trattamento colonnare verrà accettato, ma il suo prezzo unitario verrà decurtato del 15%.

Qualora gli scostamenti negativi superino il limite del 10% l'Appaltatore sarà tenuto a sua totale cura e spesa al rifacimento dei trattamenti oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi, dovranno essere formalmente approvati dall'Ufficio di Direzione Lavori.

## 16. OPERE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI – BERLINESE

### 16.1 Generalità

Si definisce “Berlinese” una paratia costituita da micropali affiancati. I micropali sono costituiti da tubi in acciaio iniettati sia all'interno che al contatto palo-terreno con pasta o malta fluida di cemento. A causa della limitata resistenza flessionale di questa struttura si rende necessaria l'esecuzione di tirantature, anche per scavi di modesta profondità. Esse sono realizzate collegando tutti i pali tra loro con una trave di ripartizione, solitamente composta da profilati in acciaio, alla quale sono ancorati dei tiranti, composti da gruppi di trefoli di acciaio armonico, ancorati al terreno mediante iniezione di miscele di cemento e quindi pretesi prima di procedere con l'approfondimento dello scavo.

Per tiranti di ancoraggio s'intendono elementi strutturali connessi al terreno o alla roccia, in esercizio sollecitati unicamente a trazione.

Tali sforzi di trazione sono trasmessi dal tirante alla struttura da ancorare mediante una piastra di ripartizione detta testata di ancoraggio.

In relazione alle modalità di sollecitazione, i tiranti vengono distinti in:

- tiranti non presollecitati, detti passivi, nei quali la sollecitazione di trazione nasce quale reazione a seguito di una deformazione dell'opera ancorata;
- tiranti totalmente o parzialmente presollecitati, detti attivi, nei quali la sollecitazione di trazione è impressa in tutto o in parte all'atto del collegamento con l'opera ancorata.
- In relazione alla durata di esercizio, i tiranti vengono distinti in:
  - tiranti provvisori, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo limitato e definito a priori;
  - tiranti permanenti, la cui funzione deve essere espletata per un periodo di tempo commisurato alla vita utile dell'opera ancorata.

#### **16.1.1 Principali elementi costituiti degli ancoraggi**

Nelle strutture di ancoraggio che lavorano totalmente o prevalentemente a trazione si distinguono i seguenti elementi.

##### **16.1.1.1 Testata**

Costituisce il dispositivo di ripartizione delle sollecitazioni di ancoraggio sull'opera ancorata; è normalmente costituita dalla piastra metallica di adeguate dimensioni, dotata di fori passanti per ospitare le armature, dai relativi dispositivi di bloccaggio mediante dado e controdado o da cunei (clampettes), dal condotto d'iniezione e da quello di sfiato eventuale.

##### **16.1.1.2 Armatura**

E' l'elemento destinato a trasmettere le sollecitazioni dalle testate al terreno o alla roccia; è costituita da trefoli o barre, a seconda del tipo di ancoraggio, ed è completata da centratori, distanziatori, regge e puntale.

##### **16.1.1.3 Tratto libero**

E' la parte di armatura non solidarizzata al terreno o alla roccia, la cui lunghezza caratterizza la deformabilità dell'ancoraggio.

#### ***16.1.1.4 Fondazione (bulbo di ancoraggio)***

E' il tratto di ancoraggio che viene solidarizzato al terreno o alla roccia, in ambito lontano dalla testata ed in fasce di terreno e roccia esenti da movimenti naturali o indotti da futuri scavi; lo sforzo di ancoraggio, se applicato in testata mediante pre-sollecitazione, oppure generatosi in seguito per spinta del terreno, si trasferisce alla "fondazione" e da questa al terreno per attrito fra il terreno e la superficie laterale dello stesso bulbo.

#### ***16.1.1.5 Dispositivi di protezione***

La protezione di base del tirante è costituita dal corretto ricoprimento di ogni suo elemento mediante la miscela d'iniezione.

In funzione della durata del tirante e del grado di protezione da raggiungere, il tirante deve essere munito di ulteriori elementi di protezione.

#### ***Guaine in materiali plastici***

La guaina è un elemento costitutivo del tirante atto a proteggere l'armatura dalla corrosione:

- in corrispondenza del tratto libero la guaina è normalmente prevista in PVC flessibile, con funzione aggiuntiva d'isolamento dei trefoli dall'iniezione di 1a fase al fine di consentire l'allungamento elastico del tirante al variare del carico e consentire il trasferimento del carico negli strati di terreno più profondi, scelti per l'ancoraggio;
- in corrispondenza della fondazione, o bulbo di ancoraggio, la guaina protettrice può essere prevista, o meno, in funzione del grado di protezione da raggiungere; se prevista, la guaina sarà in materiale plastico rigido e presenterà la superficie esterna a contatto del terreno opportunamente sagomata (grecata) per consentire l'ancoraggio del tirante al terreno; sarà dotata di centratori esterni, connessa tramite giunzioni a tenuta all'ogiva, o puntale terminale, ed al tampone del sacco otturatore; un condotto d'iniezione, dotato di sfiato, consente di eseguire il riempimento a volume controllato dell'interno di questa guaina (bulbo interno); nel caso di tiranti a iniezioni selettive la guaina grecata è collegata alla canna d'iniezione e reca incorporate delle valvole a manchettes;
- un elemento aggiuntivo di protezione è costituito dal ricoprimento dei trefoli, limitatamente alla parte libera: di norma vengono impiegati tubetti corrugati in PVC, polietilene o polipropilene, di diametro interno congruente con il diametro dei trefoli o delle barre; l'intercapedine tra la guaina e l'armatura deve essere perfettamente riempita con grasso meccanico chimicamente stabile, inalterabile e non saponificabile.

#### ***Distanziatori, condotti di iniezione e tamponi***

I distanziatori dovranno avere lo scopo di centrare l'armatura di ancoraggio dentro la guaina e nel foro di alloggiamento durante tutte le fasi di manipolazione, di non ostacolare il passaggio della miscela e garantire il ricoprimento dell'acciaio da parte della miscela d'iniezione stessa.

In ogni caso, in corrispondenza del distanziatore la sezione libera di foro dovrà essere pari ad almeno due volte la sezione del condotto d'iniezione. I distanziatori dovranno essere realizzati in materiali non metallici di resistenza adeguata agli sforzi da sopportare ed essere disposti a intervalli non superiori a 5 m nel tratto libero.



Nel tratto di fondazione dovranno essere intercalati da legature e disposti a interassi 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 dovranno essere 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 d'iniezione previste. I tamponi dovranno essere realizzati con elementi meccanici o con materiale iniettato di caratteristiche tali da preservare l'armatura dalla corrosione.

Per le caratteristiche dei distanziatori, condotti di iniezione e tamponi si dovrà fare riferimento a quanto previsto ai punti 3.4.2., 3.4.3., 3.4.4., 3.4.5., delle Raccomandazioni AICAP. Di regola non sarà autorizzato l'impiego di resine per la solidarizzazione dei chiodi in acciaio alla roccia per la scarsa affidabilità che tale metodologia garantisce ai fini del corretto riempimento dell'intercapedine chiodo-parete del foro. Nel caso in cui, comunque, tali materiali vengano utilizzati dovranno essere preferibilmente impiegate resine epossidiche a due componenti e resine poliesteri insature.

Oltre al corretto dosaggio dei componenti, i principali fattori che rendono problematico il controllo del 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 partecipano della struttura della macro molecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità. Ciascun componente non dovrà essere solubile in acqua e l'eventuale assorbimento di acqua non dovrà comportare alterazioni nel processo di polimerizzazione.

Particolari accorgimenti da prevedere nel progetto dovranno essere adottati per l'impiego sotto battente d'acqua, per evitare porosità e discontinuità. La scelta della resina dovrà essere fatta tenendo conto dei seguenti fattori da valutare con accurate prove di campo preliminari:

- viscosità: i valori misurati con il metodo ASTM D 2393 -72 dovranno essere compresi fra 30 e 300 MPa x s a 20°C;
- tempo di gel: valore da definire a cura del produttore o a seguito di prove preliminari, in relazione alle caratteristiche dell'ambiente, e ai tempi di realizzazione; detto valore dovrà essere misurato secondo il metodo ASTM D 2471 - 71;
- assenza di solventi, diluenti, o altri componenti estranei alla polimerizzazione;
- la differenza tra la massa della miscela fluida iniziale e della stessa miscela indurita dovrà essere inferiore al 5% della massa iniziale;
- la polimerizzazione non dovrà dar luogo a fenomeni secondari dannosi come, per esempio lo 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 e 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.

### 16.2 Normativa di riferimento

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti norme di legge, istruzioni e normative tecniche, nonché, dove applicabili, a tutte quelle indicate nelle sezioni di Capitolato richiamate nel testo.

In ogni caso viene considerata valida l'edizione della norma vigente al momento del ritiro dei documenti di gara; in caso di discordanza tra diverse normative, vale l'interpretazione più favorevole per il Committente.

Per quanto non espressamente descritto, in questa sezione si dovrà far riferimento, ma non limitatamente, alle seguenti leggi e normative:

- D.M. 14/01/2008: Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 02/02/2009 n.617: Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni;
- Raccomandazioni AICAP – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” Maggio 1993;
- UNI EN 1537 del 2002.
- D.M. del Ministero dei lavori Pubblici del 11/3/1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- Circolare LL.PP. n° 218/24/3 “Legge 02/02/74 n° 64 -Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 11/3/1988: “Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica”;
- Circolare LL PP N° 30483 del 24/09/1988 “Istruzioni 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- CNR -Bollettino Ufficiale – Norme tecniche – n. 191 del 22/12/1999: “Procedure per l'esecuzione e l'interpretazione di prove di carico assiale di compressione su pali di fondazione”. -Raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana sui pali di fondazione; -Norma UNI 4634: “Prescrizioni per la qualifica dei saldatori”.

### 16.3 Oneri e prescrizioni generali

Prima di dare inizio ai lavori l'Appaltatore dovrà presentare al Committente/Direzione Lavori una relazione contenente:

- i rilievi stratigrafici del terreno, se non previsti dal progetto e/o aggiuntivi, eseguiti dall'Appaltatore stesso;
- l'elenco e la descrizione tecnica delle apparecchiature da utilizzare;
- una planimetria riportante la posizione di tutti i pali, inclusi quelli di prova, contrassegnati da un numero progressivo indicativo di ciascun palo;

- una dichiarazione che l'area in cui debbono essere eseguiti i pali sia stata riscontrata priva di impedimenti all'esecuzione degli stessi; in caso contrario, un resoconto sulle misure e provvedimenti presi;
- il Programma di Esecuzione delle opere, nel quale sono indicate: la successione cronologica prevista per la realizzazione dei pali (elaborata in modo da evitare qualsiasi effetto negativo sulle opere vicine e sui pali già installati); le modalità di esecuzione dei pali; i pali da attrezzare con una specifica strumentazione di prova.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle indagini necessarie ad accertare l'eventuale presenza di manufatti interrati di qualsiasi natura (fondazioni abbandonate, cunicoli e fognature fuori servizio nonché eventuali reperti archeologici), dei sottoservizi (cavi elettrici e telefonici, tubazioni per il trasporto di acqua e gas, tubazioni per il teleriscaldamento), fognature e qualsiasi altro sistema di scarico e/o prelievo di acque bianche e nere (pluviali, cunicoli, pozzi, etc.), che potrebbero interferire con i micropali da realizzare. Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alle eventuali opere di bonifica, mediante sostituzione e/o deviazione e/o rimozione di tali ostacoli prima di dare corso alle attività di perforazione, previo accordo con il Committente/Direzione Lavori e con gli enti gestori dei sottoservizi interessati.

L'Appaltatore dovrà eseguire a propria cura la ricerca ed eventuale eliminazione di ordigni bellici interrati.

L'Appaltatore, in accordo col programma generale d'esecuzione dell'opera, dovrà redigere un programma esecutivo relativo alle opere specializzate in oggetto da realizzare, indicando il numero, la classe e la capacità operativa di tutte le attrezzature e gli impianti previsti, nonché delle squadre di personale addetto al loro corretto funzionamento (qualifica e numero). Sarà altresì cura dell'Appaltatore selezionare ed utilizzare le attrezzature più adeguate alle condizioni ambientali, morfologiche, stratigrafiche ed idrogeologiche dei terreni.

Sarà obbligo dell'Appaltatore adottare tutti gli accorgimenti previsti dalla normativa in vigore alla data in cui verranno eseguite le lavorazioni, atti a ridurre e contenere ogni tipo di rischio e disturbo alle persone che eseguiranno i lavori nonché ai residenti delle zone in cui i lavori saranno eseguiti. Sarà altresì cura dell'Appaltatore evitare che le diverse operazioni possano arrecare danno ad opere e manufatti preesistenti.

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere all'effettuazione di specifici campi prova per la taratura dei parametri geotecnici assunti a base del progetto, ove richiesto dal Progettista. Il Committente/Direzione Lavori potrà richiedere, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera o a soggezioni ambientali, che l'idoneità di tutte le attrezzature e l'adeguatezza delle modalità esecutive siano verificate mediante l'esecuzione di prove tecnologiche preliminari (campo prova).

In presenza di anomalie e/o differenze rispetto alla stratigrafia prevista, e comunque ogni qual volta le condizioni reali risultino inferiori a quelle di progetto, l'Appaltatore, dopo aver comunicato al Committente/Direzione Lavori tali condizioni, adotterà gli opportuni provvedimenti prescritti dallo stesso Committente/Direzione Lavori.

Sarà obbligo dell'Appaltatore adottare tutti gli accorgimenti previsti dalla normativa in vigore alla data in cui verranno eseguite le lavorazioni, atti a ridurre e contenere ogni tipo di rischio e disturbo alle persone che eseguiranno i lavori nonché ai residenti delle zone in cui i lavori saranno eseguiti. Sarà altresì cura dell'Appaltatore evitare che le diverse operazioni possano arrecare danno ad opere e manufatti preesistenti.

Sarà obbligo dell'Appaltatore provvedere all'indicazione delle discariche autorizzate presso le quali saranno depositati i fanghi ed i materiali di risulta provenienti dall'esecuzione dei micropali e dalle lavorazioni a loro connesse, incluse eventuali opere provvisoriale e di presidio. Il trasporto a discarica dei suddetti materiali dovrà essere eseguito immediatamente, utilizzando idonei mezzi di trasporto dotati di contenitori e/o cassoni stagni in caso di materiali umidi. In ogni caso tale operazione dovrà essere eseguita nel rispetto delle leggi vigenti alla data della sua esecuzione ed in accordo ai regolamenti comunali (traffico, rumorosità, pulizia delle strade).

Sarà cura dell'Appaltatore far eseguire tutti i controlli e le prove (sia preliminari sia in corso d'opera) prescritti dal presente Capitolato e dalle Specifiche di Controllo Qualità, così come quelli integrativi che a giudizio del Committente/Direzione Lavori e dell'Appaltatore si rendessero necessari per garantire la qualità e le caratteristiche previste da progetto.

L'Appaltatore realizzerà tutte le opere provvisoriale e/o di presidio che si rendesse necessario realizzare per la salvaguardia di opere preesistenti, quali fabbricati e/o manufatti. Tali opere, previste in progetto e/o ordinate dal Committente/Direzione Lavori, saranno compensate con i prezzi di elenco.

Gli ancoraggi provvisori, salvo diverse prescrizioni progettuali, dovranno essere detensionati prima della fine dei lavori per evitare aggiuntivi oneri di servitù a carico dell'Amministrazione. L'operazione di detensionamento è compensata nei prezzi di fornitura e posa in opera del tirante.

## **16.4 Prescrizioni tecniche particolari**

### ***16.4.1 Soggezioni geotecniche ed ambientali***

#### ***16.4.1.1 Micropali***

Le tecniche di perforazione dovranno essere le più idonee in relazione alla natura del terreno attraversato ed alle condizioni ambientali attigue. In particolare dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare il franamento delle pareti del foro, la contaminazione delle armature, l'interruzione e/o l'inglobamento di terreno nella guaina cementizia che solidarizza l'armatura al terreno circostante.

L'Appaltatore prima di iniziare la realizzazione dei micropali è tenuto alla puntuale verifica delle situazioni di dettaglio per la scelta mirata delle tecnologie più idonee.

Le perforazioni dovranno essere eseguite con il rivestimento del foro attraverso tubo forma e con la circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

In casi particolari, dove previsto dal progetto o a richiesta del Committente/Direzione Lavori, il tubo forma di rivestimento costituirà l'armatura definitiva del micropalo (sistema tipo Odex).

L'impiego di fluidi di perforazione diversi da acqua e aria compressa dovrà essere sottoposto all'approvazione preventiva dei responsabili di sicurezza del cantiere, cui l'Appaltatore dovrà presentare per tempo certificati, schede di sicurezza e tutta la documentazione identificatrice del prodotto.

Sono quindi consentiti i prodotti indicati nel seguente elenco:

- fanghi bentonitici, per i soli micropali senza funzione portante assiale;
- acqua;
- fanghi polimerici, purché biodegradabili e comunque conformi alle normative vigenti sulla sicurezza ed igiene sul lavoro;
- miscele cementizie, purché il rapporto acqua/cemento soddisfi le condizioni imposte dal progettista ed approvate dal Committente/Direzione Lavori;
- schiuma;
- miscela di aria e schiuma, in sistemi di perforazione a rotazione ed a rotopercolazione;
- aria; l'impiego di sola aria in genere è da sconsigliare, specie in terreni asciutti, per la grande quantità di polvere che si produce, salvo l'adozione di sistemi di abbattimento delle polveri la cui efficacia andrà comprovata in cantiere per la finale accettazione del Committente/Direzione Lavori e dei responsabili della sicurezza di cantiere. La miscela di aria e tensioattivi, più generalmente chiamati schiume, non ha particolari controindicazioni. Questo sistema è sempre lecito a due condizioni:
- l'acqua che sarà impiegata dall'Appaltatore, pura e/o mescolata agli altri prodotti per l'ottenimento dei fanghi, dovrà essere opportunamente analizzata da un laboratorio approvato dal Committente/Direzione Lavori. Le analisi saranno ripetute con frequenza trimestrale o, in casi particolari, con modalità e frequenze da stabilire secondo accordi con il Committente/Direzione Lavori, alla quale dovrà essere consegnata una copia dei certificati relativi;
- in assenza di tutta o parte della documentazione sopra indicata, (certificazione dell'acqua e dei prodotti relativi alla formazione dei fluidi di perforazione), l'Appaltatore non potrà eseguire le lavorazioni e sarà ritenuto responsabile dei ritardi conseguenti, compresi tutti gli oneri che ne dovessero derivare.

La perforazione "a secco", ossia senza la circolazione di qualsiasi tipo di fluido, può essere adottata con l'impiego di utensili che consentono l'asportazione e/o la compattazione del terreno (eliche, vibratorii, etc.), senza compromettere la stabilità del foro.

Nel caso d'impiego di sistemi a secco, sia mediante martello a fondo foro sia mediante dispositivi di battuta esterni applicati alla testa di rotazione, o altri come la vibrazione, l'Appaltatore dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parti I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni, eventualmente eseguendo misure di controllo delle vibrazioni indotte e del rumore prodotto.

Qualsiasi tecnologia utilizzata deve in ogni caso rispettare le leggi vigenti in materia di sicurezza ed igiene sul lavoro e non deve essere in contrasto con le disposizioni relative al regolamento comunale.

L'Appaltatore, prima di inviare le attrezzature in cantiere, dovrà sottoporre la relativa documentazione tecnica al Committente/Direzione Lavori, il quale ne verificherà l'idoneità per quanto concerne il tipo e classe relativamente alle lavorazioni previste ed ai tempi di programma, fermo restando la responsabilità dell'Appaltatore per quanto riguarda la loro adeguatezza e la loro efficienza.

Qualora in corso d'opera le attrezzature inviate in cantiere dall'Appaltatore non dovessero, per qualsiasi motivo, risultare idonee alle lavorazioni da eseguire, o non efficienti, o non conformi alle leggi e ai regolamenti vigenti, dovranno essere immediatamente sostituite o modificate o integrate, a cura e spese dell'Appaltatore stesso.

#### **16.4.1.2 Ancoraggi**

Sulla base delle indicazioni contenute nelle già citate Raccomandazioni AICAP e UNI EN 1537, l'Appaltatore dovrà svolgere tutte le indagini sulle situazioni:

- topografiche;
- geologiche;
- geotecniche;
- ambientali.

Dovranno essere valutati con molta attenzione i pericoli di corrosione delle armature e di aggressione chimico-fisica dei bulbi d'ancoraggio, tenendo in conto che l'azione aggressiva è esaltata dal movimento dell'acqua (subalvea), dalla temperatura elevata e dalle correnti vaganti.

L'ambiente è da considerarsi aggressivo nei riguardi del cemento anche se è verificata una sola delle condizioni qui di seguito indicate:

- grado idrotimetrico dell'acqua del terreno in falda minore di 3 gradi °F;
- valore del pH dell'acqua minore di 6;
- contenuto in CO<sub>2</sub> disciolta nell'acqua, maggiore di 30 mg/l;
- contenuto in NH<sub>4</sub> nell'acqua maggiore di 30 mg/l;
- contenuto in Mg nell'acqua minore di 300 mg/l;
- contenuto in SO<sub>4</sub> nell'acqua maggiore di 200 mg/l;
- contenuto in SO<sub>4</sub> nel terreno maggiore di 2000 mg/kg.

In ambiente aggressivo l'idoneità del tipo di cemento dovrà essere verificata dall'Appaltatore in accordo a quanto prescritto nelle norme UNI 9156 e UNI 9606 e l'impiego dello stesso dovrà essere autorizzato dal Committente/Direzione Lavori.

Dovrà essere verificata l'esistenza di eventuali falde in movimento e, nel caso, saranno prese tutte le precauzioni per garantire la stabilità delle iniezioni da eseguire.

In caso di perforazioni eseguite intestandosi sotto quota di falda, l'Appaltatore dovrà assumere tutte le precauzioni tecnologiche necessarie per evitare efflussi non controllati di acqua di falda e di materiale in posto dal foro nel corso delle diverse fasi realizzative dell'ancoraggio: perforazione, posa, iniezione, etc.

Di norma le perforazioni dovranno essere eseguite con rivestimento provvisorio, e con circolazione di fluidi di perforazione per l'allontanamento dei detriti e per il raffreddamento dell'utensile.

I fluidi di perforazione potranno essere costituiti da:

- acqua;
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi proposti dall'Appaltatore e accettati dal Committente/Direzione Lavori.

Le pressioni d'iniezione e la sequenza operativa devono essere determinate in modo da non provocare indesiderati inconvenienti, quali sollevamenti nelle adiacenze, comunicazioni con perforazioni aperte vicine o con ancoraggi il cui bulbo iniettato non abbia ancora raggiunto adeguato indurimento. A tal fine l'Appaltatore, sulla base anche delle prove tecnologiche preliminari (campo prove), dovrà studiare la corretta sequenza d'esecuzione.

## 16.5 Prove tecnologiche preliminari

Le scelte delle attrezzature e delle modalità esecutive dovranno essere sottoposte dall'Appaltatore al Committente/Direzione Lavori per le necessarie approvazioni.

Se richiesto dal Committente/Direzione Lavori, in relazione a particolari condizioni stratigrafiche o all'importanza dell'opera, l'idoneità di tali attrezzature e delle modalità di esecuzione sarà verificata mediante l'esecuzione di un campo prove preliminare, la cui geometria e modalità esecutive saranno fissate in funzione delle necessità progettuali.

In ogni caso l'Appaltatore eseguirà a proprie spese una campagna di qualificazione dei prodotti impiegati e delle miscele ottenute, i cui risultati, se accettati dal Committente/Direzione Lavori, avranno valore di riferimento per i controlli descritti nel relativo paragrafo.

Per ciò che concerne i micropali, nel caso in cui sia decisa l'esecuzione del campo prova, l'Appaltatore dovrà redigere e presentare al Committente/Direzione Lavori il relativo progetto indicante al minimo:

- numero dei fori ed interasse relativo;
- tipo di miscela/e e quantità da iniettare con relativa pressione;
- prove su materiali;
- numero e posizione delle eventuali prove di carico.

L'approvazione del progetto spetta al Committente/Direzione Lavori che ne autorizzerà o meno l'esecuzione.

In ogni caso, prima dell'inizio della fase lavorativa ed in presenza o meno di campo prove, l'Appaltatore dovrà sottoporre al Committente/Direzione Lavori il proprio piano esecutivo, specificando il metodo di lavoro che sarà adottato ed eventuali variazioni rispetto alle definizioni approvate nel campo prove, se eseguito.

In particolare specificherà:

- la metodologia esecutiva del sistema adottato;
- la distribuzione planimetrica degli assi dei micropali al fine di garantire la riuscita del trattamento rispettando le indicazioni e gli obiettivi del progettista, prendendo in conto gli scostamenti risultanti dalla più sfavorevole concomitanza di deviazioni ammesse nelle tolleranze;
- la distanza minima da mantenere tra attività concomitanti di perforazione ed iniezione

Per ciò che concerne gli ancoraggi, l'Appaltatore ha comunque l'obbligo di eseguire delle prove tecnologiche preliminari (campo prova) spinte sino alle prove di tesatura, secondo modalità di seguito descritte, per verificare che le attrezzature, le tipologie di ancoraggio e le modalità d'esecuzione da lui proposte permettano il conseguimento dei fini progettuali preposti.

Il "progetto del campo prova" dovrà essere preventivamente sottoposto all'approvazione del Committente/Direzione Lavori; il "progetto" dovrà al minimo indicare: tipologia, composizione e numero degli ancoraggi che s'intendono eseguire, ubicazione e profondità di realizzazione, modalità esecutive di perforazione ed iniezione con relativi parametri adottati, modalità di controllo mediante tesatura, nonché prove di laboratorio su campioni di miscela; sarà inoltre precisata la data di esecuzione del campo prove perché il Committente/Direzione Lavori possa presenziarvi.

A seguito del campo prove e conseguenti verifiche, l'Appaltatore presenterà al Committente/Direzione Lavori:

- la relazione consuntiva di quanto eseguito, dettagliando ogni operazione e fase esecutiva;
- la nota interpretativa dei risultati del campo prove;
- il proprio piano esecutivo, specificando il metodo di lavoro che sarà adottato ed eventuali variazioni rispetto alle definizioni preventive al campo prove.

In particolare specificherà:

- la tipologia di ancoraggio che adotterà;
- la metodologia esecutiva prescelta;
- la distanza minima da mantenere tra assi nel processo di perforazione e d'iniezione;
- il tipo di controlli che adotterà per garantire la salvaguardia ambientale;
- le produzioni per attrezzatura che presume mantenere ed il numero di attrezzature che impiegherà per rispettare il Programma Lavori.

In ogni caso l'Appaltatore è personalmente responsabile delle modalità adottate ai fini dell'efficienza degli ancoraggi eseguiti e delle tempistiche realizzative.

#### **16.6 Preparazione del piano di lavoro e tracciamenti**

L'Appaltatore avrà cura di accertare che l'area di lavoro non sia attraversata da tubazioni, cavi elettrici o manufatti sotterranei, servendosi di disegni e mappe reperibili presso gli enti comunali ed i gestori dei servizi. Al fine di evitare interruzioni al servizio pubblico e danni al personale di cantiere, prima di iniziare le lavorazioni, se necessario, l'Appaltatore dovrà concordare con il Committente/Direzione Lavori un programma di bonifica della zona da trattare, compresa l'individuazione e la eventuale rimozione di ordigni bellici. Gli oneri relativi a questo servizio, se non compensati con specifiche voci di prezzo, saranno ritenuti a carico dell'Appaltatore stesso.

Il piano di lavoro sarà predisposto con una gettata di magrone o con un riporto pressato di materiale arido drenante.

Il piano di lavoro dovrà essere mantenuto pulito, illuminato e sempre percorribile dalle attrezzature impiegate e dal personale addetto al loro funzionamento e controllo; apposite canalette di raccolta e di scolo, opportunamente posizionate ed inclinate, favoriranno il deflusso delle acque di scarico e meteoriche in appositi punti di raccolta (pozzetti), dai quali per mezzo di pompe o di altri sistemi di aggotamento, saranno definitivamente allontanate. Tutti i materiali di risulta, inclusi i fluidi, dovranno essere trasportati nelle apposite discariche, utilizzando mezzi di trasporto idonei; in particolare per i liquidi ed i fanghi dovranno essere utilizzati cassoni stagni.

In presenza di valori anomali del pH, i liquidi e/o i fanghi dovranno essere opportunamente trattati o, se possibile, riciclati.

Prima di iniziare il lavoro, l'Appaltatore dovrà indicare sul terreno la posizione degli assi di perforazione dei micropali mediante appositi picchetti sistemati in corrispondenza di ciascun elemento.

Prima dell'inizio delle lavorazioni l'Appaltatore dovrà redigere e presentare al Committente/ Direzione Lavori un disegno il quale indichi la posizione di tutti i micropali contrassegnati con un numero progressivo; in apposita tabella saranno anche riportate tutte



le caratteristiche geometriche dei fori e delle armature da installare, come da indicazioni del progettista.

Qualsiasi sistema utilizzato per il tracciamento dei fori dovrà consentire l'individuazione degli assi relativi a ciascuna colonna, in qualsiasi momento, anche ad intervento concluso.

Prima di iniziare il lavoro, l'Appaltatore dovrà indicare la posizione degli ancoraggi in corrispondenza dell'asse di ciascun elemento:

- sul terreno mediante appositi picchetti;
- sulle esistenze murarie mediante riferimenti grafici indelebili.

Qualsiasi sistema utilizzato per il tracciamento dei fori dovrà consentire l'individuazione e la numerazione di ogni ancoraggio in qualsiasi momento, anche ad intervento concluso.

L'Appaltatore è sempre responsabile dell'idoneità del piano di lavoro predisposto in termini di operatività dei mezzi previsti e di sicurezza di personale addetto e mezzi.

### 16.7 Tolleranze di costruzione

I micropali dovranno essere realizzati nella posizione e con le dimensioni di progetto, con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto per esigenze specifiche:

- coordinate planimetriche dell'asse del micropalo nel punto d'intestazione:  $\pm 5$  cm
- scostamento dall'asse teorico:  $\pm 1$  %
- lunghezza:  
 $\pm 15$  cm
- diametro finito :  $\pm 5$  %
- quota testa micropalo:  $\pm 5$  cm

Gli ancoraggi dovranno essere realizzati nella posizione di progetto con le seguenti tolleranze ammissibili, salvo più rigorose limitazioni indicate in progetto o richieste dal Committente/Direzione Lavori in specifiche circostanze e progressive del progetto:

- coordinate planimetriche dell'asse dell'ancoraggio nel punto d'intestazione:  $\pm 5$  cm
- scostamento dall'asse teorico:  $\pm 2$  %
- lunghezza:  $\pm 10$  cm

## 16.8 Materiali

### 16.8.1 Armature

Le armature dei micropali con funzioni portanti assiali, dovranno essere dotate d'idonei centratori che garantiscano il corretto posizionamento dell'armatura nel foro. I centratori dovranno essere vincolati lungo l'armatura per mezzo di punti di saldatura, collari componibili, collanti speciali o con qualsiasi altro mezzo precedentemente concordato ed accettato dal Committente/Direzione Lavori. Materiale costruttivo e frequenza/spaziatura dei centratori lungo il fusto del micropalo dovranno essere preventivamente concordati con il progettista fin dall'esecuzione dell'eventuale campo prova, ed approvati dal Committente/Direzione Lavori.

#### 16.8.1.1 Tubi in acciaio

E' prescritto l'impiego di tubi aventi caratteristiche geometriche e qualità dell'acciaio conformi a quanto indicato nei disegni di progetto.

I tubi dovranno essere del tipo senza saldature, con giunzioni a mezzo di manicotto filettato esterno. In alcuni casi sarà possibile porre in opera armature monolitiche o comunque pre-assemblate, anche mediante saldatura, previa autorizzazione del Committente/Direzione Lavori.

Sarà facoltà del Committente/Direzione Lavori chiedere all'Appaltatore di far eseguire tutte le verifiche relative alla resistenza meccanica, alla qualità ed al tipo di acciaio costituente l'armatura stessa, presso un laboratorio ufficiale e/o comunque autorizzato dal Committente/Direzione Lavori; potranno essere richieste prove delle giunzioni saldate, se autorizzate.

Le caratteristiche delle giunzioni (filettatura, saldatura, dimensioni e sezioni utili) dovranno consentire una trazione ammissibile pari almeno all'80% del carico ammissibile a compressione.

E' ammesso l'impiego di tubi di produzione non nazionale, di caratteristiche meccaniche equivalenti a quanto prescritto in progetto e dalla normativa vigente. La qualità dell'acciaio deve essere certificata in conformità con le norme; in particolare, in caso di tubi di produzione non nazionale, sarà controllato il contenuto di carbonio ed andranno obbligatoriamente eseguite tutte le prove di saldabilità dei medesimi.

Le valvole d'iniezione, ove previste, saranno del tipo a "manchette". Nel caso d'impiego della tecnologia tipo Odex i tubi dovranno essere attrezzati in congruenza con valvole a scomparsa.

#### 16.8.1.2 Profilati in acciaio

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 e/o imbullonate, realizzate con l'impiego di adeguati fazzoletti laterali, nel caso di lunghezze superiori ai valori degli standard commerciali (12÷14 m).

Le saldature saranno dimensionate ed eseguite in conformità alle norme in vigore; le saldature dovranno essere eseguite da un operatore qualificato secondo la norma UNI 4634.

Il tipo di giunzione scelta, prima di essere adottata, dovrà essere sottoposta a verifica statica, della quale sarà fornita copia al Committente/Direzione Lavori per approvazione.

#### **16.8.1.3 Gabbie**

Le armature dovranno soddisfare le prescrizioni delle normative di riferimento per le costruzioni in cemento armato, essere conformi al progetto ed essere approvate dal Committente/Direzione Lavori.

Le armature metalliche saranno di norma costituite da barre ad aderenza migliorata; le armature trasversali dei micropali saranno costituite da staffe o da una spirale in tondino, esterne ai ferri longitudinali.

Per micropali di minor diametro e minor carico potrà essere prevista un'armatura costituita da una singola barra longitudinale ad aderenza migliorata.

I micropali costruiti in zona sismica dovranno essere armati per tutta la lunghezza.

Le armature potranno essere pre-assemblate fuori opera; i collegamenti saranno ottenuti con doppia legatura in filo di ferro e/o morsetti.

Le gabbie di armatura, all'atto della messa in opera, dovranno essere perfettamente pulite ed esenti da ruggine.

#### **16.8.1.4 Trefoli tipo c.a.p.**

Per la realizzazione di tiranti a trefoli si utilizzeranno trefoli di acciaio al carbonio laminato a caldo in conformità alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso.

Non sono ammesse saldature o giunzioni nei trefoli o nei fili componenti i trefoli.

Ogni partita di tiranti, ed ogni bobina se i tiranti saranno assemblati in cantiere, sarà accompagnata da un certificato d'origine con i dati delle prove eseguite e l'indicazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche, delle prove e analisi eseguite ed i diagrammi sforzi/deformazioni.

A meno di particolari esigenze, si utilizzeranno trefoli Ø 6/10" in acciaio armonico; le caratteristiche di un trefolo sono:

- |   |   |
|---|---|
| • Componenti                              | 7 fili Ø 5 mm                             |
| • Diametro nominale                       | 15,20 mm                                  |
| • Sezione nominale                        | 139 mm <sup>2</sup>                       |
| • Modulo elastico                         | E =200 ÷ 210 kN/mm <sup>2</sup>           |
| • Limite elastico convenzionale allo 0,1% | f <sub>p(1)k</sub> 1670 N/mm <sup>2</sup> |
| • Tensione di rottura                     | f <sub>ptk</sub> ≥ 1860 N/mm <sup>2</sup> |
| • Peso                                    | 1,1 kg/m                                  |

I materiali impiegati dovranno in ogni caso rispettare i requisiti della normativa tecnica vigente, in particolare il D.M. 14/01/2008.

## **16.8.2 Apparecchi di testata**

### **16.8.2.1 Dispositivi di bloccaggio**

I dispositivi di bloccaggio dei tiranti a trefoli dovranno essere conformi alle disposizioni dell'Allegato "B" della Circolare Ministero LL.PP. n. 27996 del 31 ottobre 1986 ed eventuali successivi aggiornamenti; per i bulloni si farà invece riferimento al D.M del 27 luglio 1985 - parte II - par.2.5. ed eventuali aggiornamenti.

### **16.8.2.2 Piastre di ripartizione**

Si adotteranno piastre di ripartizione, le cui dimensioni vanno scelte in relazione alle caratteristiche geometriche e di portata dei tiranti ed alle caratteristiche di resistenza e deformabilità del materiale e della struttura di contrasto; in ogni caso la singola piastra dovrà avere spessore di almeno 15 mm e dimensioni tali da trasferire alla sottostante struttura, se in calcestruzzo, pressioni inferiori a 7 N/mm<sup>2</sup>.

## **16.8.3 Malte e miscele cementizie di iniezione**

### **16.8.3.1 Caratteristiche dei componenti**

L'Appaltatore deve accertarsi preventivamente che i materiali, aventi le caratteristiche qui richieste, siano disponibili in quantità sufficiente a coprire l'intero prevedibile fabbisogno per l'esecuzione degli ancoraggi previsti in progetto, nelle scadenze indicate dal Programma Lavori.

Ogni qualvolta si verificheranno variazioni delle caratteristiche dei materiali, l'Appaltatore dovrà fornire le prove di accettabilità dei materiali previste in Capitolato ed eventuali integrative richieste dal Committente/Direzione Lavori.

### **16.8.3.2 Cementi**

Il cemento impiegato deve essere scelto in relazione alle caratteristiche ambientali considerando, in particolare, l'azione aggressiva da parte dell'ambiente esterno.

### **16.8.3.3 Inerti**

Sarà possibile di norma utilizzare solo inerti costituiti da polveri di calcare, o ceneri volanti, previa autorizzazione del Committente/Direzione Lavori.

Nel caso d'impiego di ceneri volanti, ad esempio provenienti dai filtri di altoforni, si dovrà utilizzare materiale totalmente passante al vaglio da 0,075 mm.

### **16.8.3.4 Acqua di impasto**

L'acqua da impiegarsi nelle malte dei micropali dovrà essere dolce, limpida e scevra di materie terrose, non inquinata da materie organiche; dovrà essere definita la sua provenienza ed avere caratteristiche costanti nel tempo e rispondenti ai requisiti in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** ed alla relativa norma vigente.

<b>Caratteristica</b>	<b>Tipo di prova</b>	<b>Limiti di accettabilità</b>
PH	Analisi chimica	da 5,5 a 8,5
Contenuto di solfati	Analisi chimica	SO <sub>4</sub> - minore 800 mg/litro
Contenuto di cloruri	Analisi chimica	Cl- minore 300 mg/litro

Contenuto di acido solfidrico	Analisi chimica	minore 50 mg/litro
Contenuto di sali minerali	Analisi chimica	minore 3000 mg/litro
Con. di sostanze organiche	Analisi chimica	minore 100 mg/litro
Con. Di sostanze solide sospese	Analisi chimica	minore 2000 mg/litro

**Requisiti dell'acqua d'impasto.**

**16.8.3.5 Additivi**

Il loro impiego, come per ogni altro componente, dovrà essere preventivamente sperimentato e dichiarato nella composizione della miscela della malta cementizia progettata.

Tutti gli additivi impiegati dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti e per tutti sarà richiesta una specifica documentazione indicante le caratteristiche chimico-fisiche nonché la "spettrografia dell'analisi a raggi infrarossi" che attesti la totale corrispondenza del prodotto alle specifiche dichiarate.

Tali prodotti dovranno essere conformi alle norme vigenti (UNI dalla 7101 alla 7120 e 8145) preferibilmente corrispondenti alla EN 934 parte 2 e la serie collegata EN 480 parti 1-12 relative ai metodi di prova. Sarà cura dell'Appaltatore inviare preventivamente al Committente/Direzione Lavori la documentazione tecnica basata su un'ampia sperimentazione pratica su tipo, dosaggi ottimali ed eventuali effetti collaterali dell'additivo sulla malta da utilizzare.

Particolare cura dovrà essere posta nel controllo del mantenimento nel tempo della lavorabilità del prodotto ottenuto.

E' ammesso l'impiego di additivi fluidificanti non aeranti. L'impiego di acceleranti potrà essere consentito solo in situazioni particolari, con l'autorizzazione del Committente/Direzione Lavori.

I prodotti commerciali che l'Appaltatore si propone di usare dovranno essere sottoposti all'approvazione preventiva del Committente/Direzione Lavori.

Tutti i prodotti utilizzati dovranno essere accompagnati dalla relativa scheda di sicurezza.

**16.8.3.6 Caratteristiche finali delle miscele cementizie e dosaggi**

La resistenza alla compressione semplice misurata su almeno 2 provini cubici aventi lato di 7 o 10 cm da prelevare ogni giorno lavorativo deve risultare non inferiore a 30 N/mm<sup>2</sup> dopo 28 giorni. La resistenza a compressione della miscela dovrà essere controllata su prelievi eseguiti su ogni tirante o gruppo di tiranti iniettati contemporaneamente.

La composizione delle miscele d'iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, è:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10 ÷ 20 kg\*

\* la quantità indicata deve essere verificata in funzione del tipo e delle prescrizioni del fornitore.

## 16.9 Modalità esecutive per i micropali

### 16.9.1 Preparazione delle malte e delle miscele cementizie

#### 16.9.1.1 Caratteristiche di resistenza

Di norma la resistenza cubica da ottenere per le malte e per le miscele cementizie d'iniezione deve essere:

- $R_{ck} \geq 25$  MPa

A questo scopo si prescrive che il dosaggio in peso dei componenti sia tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento:

- $a/c \leq 0,5$

#### 16.9.1.2 Composizione delle miscele cementizie

La composizione delle miscele d'iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, è:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10÷20 kg (la quantità indicata deve essere verificata in funzione del tipo e delle prescrizioni del fornitore).

con un peso specifico pari a circa:  $\gamma = 1,8$  kg/dm<sup>3</sup>.

#### 16.9.1.3 Composizione delle malte cementizie

Nella definizione della formula delle malte, prevedendo un'efficace miscelazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, si può fare riferimento al seguente dosaggio, riferito ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto finito:

- acqua: 300 kg
- cemento: 600 kg
- additivi: 5÷10 kg (la quantità indicata deve essere verificata in funzione del tipo e delle prescrizioni del fornitore).
- Inerti: 1100 ÷ 1300 kg

#### 16.9.1.4 Impianti di preparazione

Le miscele cementizie saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico o semiautomatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- bilance elettroniche per componenti solidi e liquidi;
- per l'acqua è ammessa la misura per mezzo di vasca volumetrica;
- mescolatore primario ad elevata turbolenza (min. 1500 giri/min);
- vasca di agitazione secondaria e dosatori volumetrici per la misurazione delle miscele cementizie iniettate.

Le malte utilizzate, a scelta dell'Appaltatore, potranno essere prodotte in cantiere o presso impianti esterni, purché approvati dal Committente/Direzione Lavori.

Gli impianti esterni dovranno essere del tipo utilizzato per il confezionamento dei calcestruzzi e saranno sottoposti alle necessarie ispezioni prima di essere approvati dal

Committente/Direzione Lavori. Nel caso l'Appaltatore preferisca produrre la malta in cantiere, gli impianti necessari saranno del tipo utilizzato per la miscelazione del calcestruzzo; in alternativa, se preventivamente concordato con il Committente/Direzione Lavori, la boiaccia acqua/cemento potrà essere preparata in turbo impianti per miscelazione acqua-cemento, interni od esterni al cantiere, e gli inerti previsti saranno aggiunti in un'apposita vasca attrezzata con un mescolatore a coclea.

Gli inerti saranno misurati mediante pesatura o con sistemi volumetrici. In ogni caso, il sistema adottato dovrà dare buoni risultati di ripetitività delle misure. Lo scarto massimo ammesso durante la misurazione dovrà essere contenuto nel  $\pm 5\%$ .

### ***16.9.2 Micropali a semplice cementazione***

I micropali tipicamente appartenenti a tale classe sono quelli costituenti l'orditura verticale di paratie berlinesi, per i quali non è richiesta una particolare cura nella solidarizzazione al terreno, non risultando necessario trasmettere carichi assiali.

#### ***16.9.2.1 Perforazione***

Tutte le attrezzature di perforazione, prima di essere ammesse in cantiere, dovranno ricevere l'approvazione del Committente/Direzione Lavori. In ogni caso devono essere conformi a tutte le norme di sicurezza ed igiene del lavoro vigenti alla data di prima entrata in cantiere.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche esse dovranno rientrare nelle seguenti prescrizioni tecniche:

- la potenza necessaria potrà essere erogata da un motore diesel o elettrico, la cui scelta potrà essere anche funzione dell'ambiente operativo;
- la trasmissione dell'energia dovrà avvenire per mezzo di un circuito oleodinamico;
- la giunzione e lo sviamento della batteria di perforazione dovrà avvenire per mezzo di apposite morse;
- le leve di comando utilizzate dall'operatore dovranno essere opportunamente servoassistite; le operazioni in corso di svolgimento dovranno essere facilmente gestibili per mezzo di dispositivi parzializzatori e controllabili per mezzo di manometri e apposite spie;
- in corrispondenza di ogni leva, dispositivo di parzializzazione, manometro, spia e quant'altro utilizzabile dall'operatore per il funzionamento della macchina, dovranno essere applicate apposite targhette che identifichino chiaramente la funzione del comando e la direzione nella quale deve essere mosso per ottenerlo;
- tutte le leve devono tornare automaticamente in posizione di folle in caso di rilascio e devono essere opportunamente protette per impedirne l'inserimento in caso di urti accidentali;
- la stabilizzazione della macchina sul foro da perforare dovrà avvenire per mezzo di appositi martinetti;
- la macchina dovrà essere semovente, dotata di cingoli o ruote a scelta dell'Appaltatore, ma comunque in grado di muoversi liberamente sul piano di lavoro disponibile sulle singole aree d'intervento;

- in funzione della dimensione della macchina devono essere installati uno o più dispositivi d'emergenza facilmente identificabili ed azionabili da chiunque per l'immediato arresto di qualsiasi operazione in corso;
- la macchina oltre ad essere dotata di apposito manuale di funzionamento e catalogo ricambi deve rispettare quanto eventualmente prescritto dal regolamento comunale;
- tutte le attrezzature adottate dovranno essere equipaggiate con la strumentazione necessaria al rilevamento automatico dei principali parametri di perforazione (spinta, coppia e velocità di avanzamento);
- la strumentazione di rilevamento automatico dei parametri di perforazione dovrà essere approvata dal Committente/Direzione Lavori preventivamente all'installazione;
- i valori dei parametri di perforazione (spinta, coppia velocità di avanzamento), registrati in automatico nel corso delle perforazioni, saranno restituiti in diagrammi rappresentativi e consegnati, anche con supporto magnetico, al Committente/Direzione Lavori.

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo con tubo forma e circolazione di fluidi, fino al raggiungimento della profondità di progetto.

Numero e potenza delle attrezzature dovranno essere adeguati a raggiungere le profondità di progetto ed a rispettare il programma cronologico di esecuzione dei lavori, presentato prima dell'inizio delle lavorazioni al Committente/Direzione Lavori, e con questa concordato.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate. Indicativamente, le portate dovranno poter raggiungere i 200 lt/min con valori di pressione attorno ai 25 bar.

Nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondoforo si utilizzeranno compressori con caratteristiche di portata e di pressione adeguate alle prescrizioni di uso dei martelli perforatori adottati.

#### ***16.9.2.2 Allestimento del micropalo***

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura, con eventuali centratori, fino a raggiungere la profondità di progetto.

L'armatura dovrà essere del tipo indicato dal progettista e dovrà essere posata nel foro rispettando le prescrizioni progettuali (profondità, posizionamento, parte libera sporgente, etc.) ed evitando il contatto inferiore con il terreno.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di ancoraggio a cordolo o plinto, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

#### ***16.9.2.3 Cementazione***

##### **Riempimento a gravità**



Il riempimento del foro, salvo diverse prescrizioni e/o accordi con il Committente/Direzione Lavori, dovrà avvenire dopo la posa dell'armatura, a prescindere dal tipo di miscela utilizzato.

La miscela cementante (boiaccia o malta) sarà introdotta nel foro, nel caso di armatura tubolare, attraverso la stessa armatura, utilizzando un imbuto per favorirne il convogliamento.

In caso di armatura non tubolare è comunque prescritto di dover eseguire il riempimento del pre-foro mediante tubazione, dal fondo foro in risalita.

Il riempimento proseguirà fino a che la miscela immessa risalirà in superficie senza inclusioni di terreno e/o fanghi di perforazione. Nel caso in cui si dovessero osservare abbassamenti del livello della miscela nel foro, si potranno eseguire rabbocchi da boccaforo, anche ripetuti, utilizzando la stessa miscela impiegata per il getto iniziale.

In presenza di acqua e/o fanghi di perforazione nel foro eseguito, dovranno essere adottate tutte le precauzioni del caso per evitare la separazione e/o il dilavamento della miscela introdotta (palla di spugna, carta, etc.).

Una volta iniziato, il riempimento del foro dovrà essere concluso in un tempo compatibile al tempo di presa della miscela, precedentemente accertato.

La viscosità della miscela dovrà essere tale da consentirne il regolare ed omogeneo riflusso sia all'interno sia all'esterno dell'armatura.

La fluidità della miscela necessaria al suo regolare riflusso, dovrà essere ottenuta con l'aggiunta di appositi additivi.

Se ritenuto necessario, il Committente/Direzione Lavori chiederà, a spese ed oneri a totale carico dell'Appaltatore, l'esecuzione di tutte le prove preliminari sulla miscela da adottare, al fine di stabilirne la corretta composizione definitiva.

#### Riempimento a bassa pressione

Il foro dovrà essere interamente o parzialmente rivestito; la posa, prima dell'armatura fino alla profondità prevista, e successivamente della miscela cementante, avverrà all'interno del tubo di rivestimento provvisoriamente lasciato in opera, con le stesse modalità previste per il caso precedente. Alla conclusione di questa fase dovrà essere applicata al rivestimento una testa che consenta l'invio di aria compressa, ad una pressione di circa 0,5 MPa, durante l'estrazione del rivestimento stesso. L'operazione dovrà essere ripetuta per ogni interruzione dovuta allo svitamento degli spezzoni di rivestimento, ricollegando la testa di pressione alla sommità del rivestimento ed avendo cura di rabboccare gli eventuali cali di miscela che dovessero verificarsi.

In relazione alla natura del terreno e per evitarne la fratturazione idraulica degli strati superficiali, la pressione dell'aria compressa potrà essere ridotta man mano che ci si avvicina alla superficie.

#### ***16.9.3 Micropali ad iniezioni multiple selettive***

I micropali tipicamente appartenenti a tale classe sono quelli con funzioni portanti di carichi assiali, ove risulti necessario incrementare la portanza del bulbo attraverso iniezioni a pressione nel terreno circostante.

### **16.9.3.1 Perforazione**

Le operazioni di perforazione per tale tipologia di micropali non si distinguono da quanto già indicato per i micropali a semplice cementazione.

### **16.9.3.2 Allestimento del micropalo**

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Si provvederà quindi ad inserire l'armatura tubolare valvolata, munita di eventuali centratori non metallici, fino a raggiungere la profondità di progetto. Ove il progetto preveda un'armatura non tubolare, si potrà disporre in parallelo all'armatura una tubazione plastica valvolata.

Il tubo d'iniezione dovrà essere prolungato fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni d'iniezione.

Di norma si procederà immediatamente alla cementazione del micropalo (guaina); la messa in opera delle armature di frettaggio, ove previste, sarà eseguita successivamente all'iniezione.

Laddove previsto dal progetto, sarà adottata un'ulteriore armatura interna a quella tubolare formata da profili in acciaio.

### **16.9.3.3 Iniezione**

La solidarizzazione dell'armatura al terreno sarà eseguita in due o più fasi, come di seguito specificato. Si utilizzerà una miscela cementizia conforme a quanto indicato al § 16.8.3.

#### Formazione della guaina

Non appena completata la messa in opera del tubo valvolato di armatura, si provvederà immediatamente alla formazione della guaina cementizia, iniettando attraverso la valvola più profonda un quantitativo di miscela sufficiente a riempire l'intercapedine tra le pareti del foro e l'armatura tubolare.

Il pompaggio di miscela proseguirà fino a che la miscela immessa risalirà in superficie senza inclusioni di terreno e/o fanghi di perforazione.

Contemporaneamente si procederà all'estrazione dei rivestimenti provvisori e si effettueranno i necessari rabbocchi di miscela cementizia.

Completata l'iniezione di guaina si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo di armatura.

La composizione indicativa delle miscele d'iniezione, riferita ad 1 m<sup>3</sup> di prodotto, è:

- acqua: 600 kg
- cemento: 1200 kg
- additivi: 10÷20 kg (la quantità indicata deve essere verificata in funzione del tipo e delle prescrizioni del fornitore).

con un peso specifico pari a circa:  $\gamma = 1,8 \text{ kg/dm}^3$ .

Una volta iniziato, il riempimento del foro dovrà essere concluso in un tempo compatibile al tempo di presa della miscela, precedentemente accertato.

La viscosità della miscela dovrà essere tale da consentirne il regolare ed omogeneo riflusso sia all'interno sia all'esterno dell'armatura.

La fluidità della miscela necessaria al suo regolare riflusso dovrà essere ottenuta con l'aggiunta di appositi additivi.

Se ritenuto necessario, il Committente/Direzione Lavori chiederà, a spese ed oneri a totale carico dell'Appaltatore, l'esecuzione di tutte le prove preliminari sulla miscela da adottare, al fine di stabilirne la corretta composizione definitiva.

#### Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Prima dell'esecuzione delle iniezioni in pressione l'Appaltatore eseguirà le seguenti operazioni:

- la taratura delle cadute di pressione su ciascuna linea di iniezione, completa di iniettore, linea di adduzione di lunghezza misurata e pistoncino terminale; ciascuna linea verrà quindi perfettamente identificata mediante riscontri inamovibili ed il rapportino di taratura sarà consegnato al Committente/Direzione Lavori ed i valori di pressione successivamente letti sulla stessa linea saranno depurati della "perdita" o caduta misurata;
- la misurazione, alle differenti profondità previste di iniezione, della pressione di rottura del terreno (fenomeno di claquage); analogamente il rapportino di misura sarà consegnato al Committente/Direzione Lavori.

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo all'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 80 bar; al raggiungimento di tale pressione la valvola potrà essere abbandonata, salvo diverse istruzioni impartite dal Committente/Direzione Lavori.

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 o impartiti dal Committente/Direzione Lavori.

Per pressione d'iniezione s'intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 lt/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi d'iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto o impartite dal Committente/Direzione Lavori.

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 d'iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno del tubo d'armatura.

#### Caratteristiche degli iniettori

Per eseguire l'iniezione si utilizzeranno delle pompe oleodinamiche a pistoni, a bassa velocità, aventi le seguenti caratteristiche minime:

- pressione max d'iniezione: > 100 bar
- portata max: > 2 m3/ora
- n. max pistonate/minuto: > 60

Le caratteristiche delle attrezzature utilizzate dovranno essere comunicate al Committente/Direzione Lavori, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

#### **16.9.4 Perforazioni con metodo tipo Odex**

##### **16.9.4.1 Generalità**

Questa tecnologia, dovrà essere applicata laddove esplicitamente indicato negli elaborati di progetto e potrà essere estesa su richiesta del Committente/Direzione Lavori.

L'Appaltatore, prima di iniziare la costruzione è tenuto alla puntuale verifica delle situazioni di dettaglio per procedere alla scelta mirata delle tecnologie nell'ambito del sistema tipo Odex, in accordo alle specifiche riportate nel seguito e alle prestazioni richieste dal progetto.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione del Committente/Direzione Lavori la documentazione del sistema del quale intenderà dotarsi.

Tutto il personale che sarà impiegato nella lavorazione dovrà essere stato preventivamente addestrato da tecnici specializzati nell'uso del sistema.

In ogni caso, fermo restando le disposizioni di cui ai precedenti punti relativi alla posa di micropali con uno dei metodi tipo Odex, l'Appaltatore dovrà attenersi all'osservanza di tutte le regole previste per l'esecuzione di micropali con sistemi tradizionali.

##### **16.9.4.2 Metodo tipo Odex tradizionale**

L'attrezzatura di base per eseguire una perforazione con il metodo Odex tradizionale si compone principalmente di una batteria di rivestimenti entro la quale, per mezzo di una seconda batteria di aste di perforazione, viene infilato un martello fondo foro dotato di utensile allargatore.

L'azione del martello fondo foro è duplice:

- trascinato dal moto rotatorio delle aste, il martello batte sull'utensile di perforazione, che, essendo a sua volta dotato di allargatore, produce un cavo di diametro sufficiente al passaggio del tubo di rivestimento che segue;
- contemporaneamente, per mezzo di un collare sporgente ricavato sul dispositivo di guida dell'utensile, il martello scarica parte della sua energia d'urto direttamente sulla scarpa dei rivestimenti, favorendone il loro avanzamento.

I detriti prodotti dalla perforazione vengono evacuati dall'interno dei rivestimenti.

##### **16.9.4.3 Metodo tipo Odex trascinato (rotaodex)**

La differenza con il metodo tradizionale risiede in un particolare raccordo con cui i tubi di rivestimento vengono vincolati alla testa di rotazione e trascinati in rotazione nello stesso senso delle aste: i restanti aspetti funzionali del sistema tradizionale vengono conservati.

La peculiarità del metodo trascinato risiede nella conservazione delle caratteristiche per mezzo di un avanzamento del rivestimento in assenza di rotazione.

I detriti prodotti dalla perforazione vengono evacuati dall'interno dei rivestimenti ed in parte anche all'esterno di questi, risultando una maggiore lubrificazione globale a scapito di un maggiore effetto di decompressione del terreno al confronto degli effetti sortiti con il metodo tradizionale.

Mediamente il metodo trascinato consente un maggior rendimento in termini produttivi ed il raggiungimento di maggiori profondità.

#### ***16.9.4.4 Metodo tipo Odex con due teste di rotazione***

Il metodo è reso possibile utilizzando un'attrezzatura di perforazione specifica, dotata di due teste di rotazione installate, per mezzo di una slitta particolare, sullo stesso asse di rotazione ma indipendenti in termini di rotazione e traslazione.

Alla prima testa, che ruota in senso orario, viene vincolata la batteria composta dalle aste col martello, mentre alla seconda, che ruota in senso antiorario, si vincolano i tubi di rivestimento.

Il metodo, grazie all'impiego di grosse attrezzature con grandi potenze installate, a sua volta consente un miglioramento di rendimento ed il raggiungimento di maggiori profondità, mentre l'enorme complessità delle manovre grava il processo di un notevole impiego di mano d'opera.

## **16.10 Modalità esecutive per gli ancoraggi**

Per tutto quanto non trattato nel seguente capitolo, concernente le modalità esecutive, l'Appaltatore dovrà fare riferimento alle Raccomandazioni AICAP – “Ancoraggi nei terreni e nelle rocce” Maggio 1993.

### **16.10.1 Prescrizioni generali**

Di seguito s'indicano le norme tecniche di base che l'Appaltatore dovrà rispettare nella realizzazione degli ancoraggi; l'Appaltatore è comunque responsabile della qualità del prodotto finale fornito.

Le attrezzature di perforazione dovranno permettere di realizzare perforazioni con le inclinazioni e le lunghezze previste in progetto.

Numero e potenza delle attrezzature dovranno essere adeguati per raggiungere le profondità di progetto e per rispettare il Programma Lavori.

La sequenza operativa deve essere tale per cui le attività in corso su di un tirante non abbiano influenza sulle attività in corso su tiranti prossimi, in particolare sulla fase di presa delle miscele iniettate; in funzione del terreno interessato dalle lavorazioni, l'Appaltatore proporrà una sequenza operativa alla approvazione del Committente/Direzione Lavori.

L'Appaltatore è comunque obbligato a segnalare eventuali comunicazioni che venissero rilevate fra il tirante in corso di esecuzione e quanti precedentemente eseguiti (comunicazioni di aria, acqua o miscele iniettate, anche attraverso condotti d'iniezione e guaine di protezione dei trefoli; parziali svuotamenti di iniezioni fresche, etc.), circostanze che porteranno a rivalutare la sequenza esecutiva adottata.

### **16.10.2 Attrezzature**

#### **16.10.2.1 Perforazione**

Tutte le attrezzature di perforazione, prima di essere ammesse in cantiere dovranno ricevere l'approvazione del Committente/Direzione Lavori.

In ogni caso devono essere conformi a tutte le norme di sicurezza ed igiene del lavoro vigenti alla data di prima entrata in cantiere.

Numero e potenza delle attrezzature dovranno essere adeguati a raggiungere le profondità di progetto ed a rispettare il programma cronologico di esecuzione dei lavori, presentato prima dell'inizio delle lavorazioni al Committente/Direzione Lavori, e con questa concordato.

Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche esse dovranno rientrare nelle seguenti prescrizioni tecniche:

- la potenza necessaria potrà essere erogata da un motore diesel o elettrico, la cui scelta potrà essere anche funzione dell'ambiente operativo;
- la trasmissione dell'energia dovrà avvenire per mezzo di un circuito oleodinamico;
- la giunzione e lo svitamento della batteria di perforazione dovrà avvenire per mezzo di apposite morse;

- tutte le attrezzature adottate, in particolare quelle utilizzate per le indagini geognostiche, dovranno essere predisposte all'installazione dell'attrezzatura necessaria al rilevamento dei parametri di perforazione ed iniezione;
- l'attrezzatura di rilevamento automatico dei parametri di perforazione dovrà essere in grado di acquisire e restituire i parametri in specifica, ed in ogni caso la sua adozione dovrà essere preventivamente accettata dal Committente/Direzione Lavori;
- le leve di comando utilizzate dall'operatore dovranno essere opportunamente servoassistite, le operazioni in corso di svolgimento dovranno essere facilmente gestibili per mezzo di dispositivi parzializzatori e controllabili per mezzo di manometri ed apposite spie;
- in corrispondenza di ogni leva, dispositivo di parzializzazione, manometro, spia e quant'altro utilizzabile dall'operatore per il funzionamento dell'attrezzatura, dovranno essere applicate apposite targhette che identifichino chiaramente la funzione del comando e la direzione nella quale deve essere mosso per ottenerlo;
- tutte le leve devono tornare automaticamente in posizione di folle in caso di rilascio e devono essere opportunamente protette per impedirne l'inserimento in caso di urti accidentali;
- la stabilizzazione dell'attrezzatura sul foro da perforare dovrà avvenire per mezzo di appositi martinetti;
- l'attrezzatura dovrà essere semovente, dotata di cingoli o ruote a scelta dell'Appaltatore, ma comunque in grado di muoversi liberamente sul piano di lavoro disponibile sulle singole aree d'intervento;
- in funzione della dimensione dell'attrezzatura devono essere installati uno o più dispositivi d'emergenza facilmente identificabili ed azionabili da chiunque per l'immediato arresto di qualsiasi operazione in corso.

L'attrezzatura deve essere accompagnata da apposito manuale di funzionamento e catalogo ricambi; la medesima deve rispettare quanto eventualmente prescritto dal regolamento comunale.

Nel corso delle perforazioni dovranno essere registrati in automatico, su richiesta del Committente/Direzione Lavori, almeno i seguenti parametri di perforazione:

- spinta;
- coppia;
- velocità di avanzamento.

I valori registrati saranno restituiti in diagrammi rappresentativi e consegnati, anche su supporto magnetico, al Committente/Direzione Lavori.

Qualora per la lettura e l'interpretazione di detti supporti fosse necessario uno specifico programma, sarà onere dell'Appaltatore fornirne una copia ufficiale e completa al Committente/Direzione Lavori.

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con o senza rivestimento continuo e circolazione di fluidi, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoncini con portate e pressioni adeguate. Indicativamente, le portate dovranno poter raggiungere i 200 l/min con valori di pressione attorno ai 25 bar.

Nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo-foro si utilizzeranno compressori con caratteristiche di portata e di pressione adeguate alle prescrizioni di uso dei martelli perforatori adottati.

#### **16.10.2.2 Impianti di miscelazione e pompaggio**

Le miscele saranno confezionate utilizzando impianti a funzionamento automatico, costituiti dai seguenti principali componenti:

- bilance elettroniche per componenti solidi;
- vasca volumetrica per l'acqua o contaltri elettronici regolabili;
- mescolatore primario ad elevata turbolenza, min. 1500 giri/min.;
- vasca di agitazione secondaria;
- iniettori idraulici con appositi dispositivi di controllo della portata e della pressione, in grado di fermare/rallentare automaticamente la macchina quando i valori impostati stanno per essere raggiunti;
- misuratori di portata volumetrici o flussimetri elettronici, entrambi dotati di dispositivo automatico per il fermo dell'iniettore a quantitativo programmato raggiunto.

Gli impianti di preparazione delle miscele con cementi microfini, nel caso non fossero adottati prodotti preventivamente macinati, dovranno essere attrezzati con dispositivi di macinazione e separazione necessari a rendere la finezza media dei prodotti utilizzati, come da indicazioni previste dal progettista.

La stazione di pompaggio dovrà essere dotata di un numero minimo d'iniettori in grado di soddisfare lo svolgimento delle lavorazioni nei tempi e nei ritmi indicati nel Programma Lavori.

Gli iniettori saranno comandati da un circuito oleodinamico in grado di garantire le seguenti caratteristiche tecniche:

- pressione max d'iniezione:  $\geq 100$  bar
- portata massima: 50 l/min
- portata minima: 12 ÷ 15 l/min
- dispositivo automatico della rottura della guaina (che consenta di raggiungere la max pressione senza modificare i valori di portata e pressione massimi impostati per il ciclo normale d'iniezione).

Prima dell'invio in cantiere delle attrezzature prescelte dall'Appaltatore, dovranno essere consegnate al Committente/Direzione Lavori, per approvazione, le relative schede tecniche, specificando in particolare alesaggio e corsa dei pistoni.

Le pompe d'iniezione dovranno essere predisposte ed attrezzate per il rilevamento automatico dei parametri d'iniezione, utilizzando un sistema di cui l'Appaltatore dovrà sottoporre al Committente/Direzione Lavori, per approvazione, la necessaria documentazione tecnica prima dell'avvio delle lavorazioni.

Durante il trattamento d'iniezione l'Appaltatore dovrà procedere al rilevamento sistematico dei parametri d'iniezione richiesti, per tutti i fori e con qualsiasi miscela iniettata, guaina compresa.



Sarà facoltà del Committente/Direzione Lavori ridurre il numero e la frequenza dei suddetti rilevamenti, fino alla loro eventuale sospensione, in tutte quelle fasi lavorative in cui non saranno rilevate le motivazioni tecniche e/o di sicurezza ritenute determinanti.

I parametri per i quali sarà necessario eseguire il rilevamento in automatico saranno:

- pressioni d'iniezione;
- portata d'iniezione;
- volume iniettato in ogni sezione;
- profondità dell'otturatore e/o identificazione della sezione/valvola in trattamento;
- durata del trattamento per ogni singola sezione.

I parametri richiesti dovranno essere resi per ogni foro trattato e per ogni fase d'iniezione richiesta.

Dovranno essere riportati graficamente in diagrammi singoli o combinati, in una scala che ne consenta un'agevole interpretazione; al completamento di ogni zona di trattamento dovranno essere forniti al Committente/Direzione Lavori anche i relativi supporti magnetici con i necessari riferimenti ad ogni singola sezione di ogni singolo foro.

Qualora per la lettura e l'interpretazione di detti supporti fosse necessario uno specifico programma, sarà onere dell'Appaltatore fornirne una copia ufficiale e completa al Committente/Direzione Lavori.

Le pompe d'iniezione saranno ad alta pressione e dovranno essere dotate di appositi dispositivi automatici di sicurezza che, in caso di anomale sovrappressioni, ne blocchino il funzionamento. Le loro caratteristiche dovranno essere comunicate dall'Appaltatore al Committente/Direzione Lavori prima dell'inizio lavori. Le pompe dovranno essere provviste di manometri installati direttamente sulla mandata ed in prossimità del raccordo tra i tubi ad alta pressione e la batteria delle aste d'iniezione. I manometri, di primo impiego, dovranno essere sigillati e muniti di un certificato ufficiale di taratura non anteriore a 3 mesi. Successivamente, con frequenze minime mensili, o inferiori, i manometri dovranno essere verificati direttamente in cantiere con apposita attrezzatura di taratura opportunamente certificata, o, a scelta dell'Appaltatore, in un laboratorio esterno di gradimento del Committente/Direzione Lavori. Alle operazioni di verifica dovrà assistere un responsabile del Committente/Direzione Lavori, il quale dovrà siglare per approvazione il verbale che per ogni controllo sarà redatto dall'esecutore della prova. Le pompe dovranno essere dotate di dispositivi che consentano la regolazione della portata.

### **16.10.2.3**      *Linee d'iniezione*

Le linee di convogliamento dei fluidi d'iniezione dovranno rispettare i requisiti specifici connessi con le pressioni massime richieste oltre 100 bar:

- gli angoli saranno arrotondati;
- le connessioni andranno incatenate fra loro;
- la condotta andrà fissata ad intervalli contenuti a punti inamovibili;
- dovranno essere dotate di appositi fusibili di protezione, in caso di superamento di predeterminati valori della pressione in linea;
- in prossimità della sonda sarà predisposto un cavalletto che, in caso di necessità durante il corso dell'iniezione, consenta l'istantanea deviazione del fluido su altra linea comunicante con l'atmosfera;

- i punti operativi (centrale e tirante) saranno in comunicazione radio-telefonica, prevedendosi segnalazioni sonore di chiamata adeguate alla rumorosità degli impianti.

#### **16.10.2.4      *Apparecchiatura di tesatura***

In cantiere saranno disponibili le attrezzature di tesatura quali pompa, collegamenti elettro-idraulici, martinetti, manometri e comparatori, da sottoporre a frequenti controlli.

Il cantiere sarà inoltre dotato di un manometro campione con la possibilità di montarlo sulla pompa in parallelo con il manometro di servizio: tale manometro campione deve essere tarato presso il laboratorio ufficiale in data non anteriore a 6 mesi.

### **16.10.3      *Lavorazioni***

#### **16.10.3.1      *Tiranti di ancoraggio***

Si dovrà far riferimento per quanto non espressamente indicato nel seguente paragrafo, a quanto previsto nelle raccomandazioni AICAP.

#### **16.10.3.2      *Campo prove preliminare***

Prima di dare inizio ai lavori la metodologia esecutiva dei tiranti dovrà essere definita mediante l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova.

Il numero dei tiranti preliminari di prova dovrà essere stabilito dal Committente/Direzione Lavori in base all'importanza dell'opera e al grado di omogeneità del sottosuolo desunto da accurate indagini geognostiche e geomeccaniche; tale numero dovrà essere almeno pari al 2% del numero totale dei tiranti e, in ogni caso non inferiore a due.

I tiranti preliminari di prova dovranno essere eseguiti in aree limitrofe a quelle interessate dai tiranti di progetto e comunque rappresentative dal punto di vista geotecnico, strutturale e geomeccanico.

Le modalità di applicazione e l'entità del carico massimo e di prova e così pure la successione dei cicli di carico e scarico, dovranno essere prescritti dal progettista in accordo a quanto previsto al punto 6 delle Raccomandazioni "AICAP".

Nel caso l'Appaltatore proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata e approvata inizialmente, si dovrà procedere a nuove prove sperimentali, in numero pari allo 0,5% del numero totale dei tiranti ancora da eseguire e, in ogni caso non inferiore a un tirante di prova.

#### **16.10.3.3      *Perforazione***

La scelta del sistema di perforazione è, in funzione del tipo di terreno, di esclusiva responsabilità dell'Appaltatore.

La perforazione sarà eseguita mediante sonda a rotazione o rotopercolazione, con rivestimento continuo e circolazione di fluidi di raffreddamento e di allontanamento dei detriti di perforazione, fino a raggiungere la profondità di progetto.

Nel caso di fori a pareti stabili il rivestimento potrà essere in parte o del tutto omesso, previa approvazione del Committente/Direzione Lavori.

Sistemi alternativi di perforazione, e/o di consolidamento preventivo del terreno finalizzati a limitare l'uso del rivestimento provvisorio, saranno sottoposti dall'Appaltatore all'approvazione del Committente/Direzione Lavori.

In caso di perforazioni intestate sotto quota di falda l'Appaltatore, preventivamente all'avvio delle operazioni, sottoporrà all'approvazione del Committente/Direzione Lavori le tecniche che adotterà al fine di prevenire fuoriuscite di acqua e terreno dal foro nel corso della sua esecuzione.

Per consentire l'inserimento del tirante e la realizzazione della guaina d'iniezione esterna di opportuno spessore, il diametro di perforazione corrisponderà alla prescrizione di progetto, salvo maggiori esigenze indicate dal "fabbricante" dei tiranti preconfezionati, in funzione delle effettive dimensioni dell'elemento da inserire.

Numero e potenza delle attrezzature dovranno essere adeguati a raggiungere le profondità di progetto ed a rispettare il programma cronologico di esecuzione dei lavori, concordato con il Committente/Direzione Lavori.

Per la circolazione del fluido di perforazione saranno utilizzate pompe a pistoni con portate e pressioni adeguate e facilmente regolabili.

I fluidi di perforazione che potranno essere utilizzati sono:

- acqua;
- aria, nel caso di perforazione a rotopercolazione con martello a fondo foro, o in altri casi approvati dal Committente/Direzione Lavori.

Si esclude l'utilizzo di fanghi bentonitici ed anche cementizi non completamente sostituibili prima dell'inserimento del tirante.

Qualsiasi tecnologia di perforazione adottata dovrà essere eseguita con attrezzature rispondenti alle norme di sicurezza ed igiene ambientale e comunque in assoluta osservanza dei regolamenti comunali, in vigore alla data dell'esecuzione delle lavorazioni.

In particolare, nel caso di impiego della rotopercolazione, sia mediante martello a fondo foro che mediante dispositivi di battuta applicati alla testa di rotazione, l'Appaltatore dovrà assicurare il rispetto delle norme DIN 4150 (parti I e II, 1975; parte IV, 1986), in merito ai limiti delle vibrazioni, e quanto altro in merito ai limiti di rumorosità in ambiente urbano.

Il Committente/Direzione Lavori, a sua discrezione, può richiedere all'Appaltatore di eseguire misure di controllo del rumore e delle vibrazioni indotte dalle attrezzature impiegate, con oneri e spese a carico del medesimo Appaltatore.

Tutti i materiali di risulta, inclusi i fluidi, dovranno essere allontanati dal cantiere, trasportandoli nelle apposite discariche utilizzando mezzi di trasporto idonei; in particolare per i detriti liquidi dovranno essere utilizzati cassoni stagni. In presenza di valori anomali del pH, i liquidi dovranno essere opportunamente trattati o, se possibile, riciclati.

La sequenza di perforazione sarà sempre tale da non disturbare assolutamente il processo d'indurimento di guaine in fori di recente esecuzione, né da creare vie di fuga ad iniezioni a pressione in corso: il Committente/Direzione Lavori stabilirà un minimo di distanze nella successione delle perforazioni e dalle aree in cui siano in corso delle fasi di iniezioni.

L'Appaltatore presenterà giornalmente la sequenza di perforazione ed iniezione studiata per rispettare i vincoli sopra descritti: il Committente/Direzione Lavori potrà richiedere variazioni ad essa.

L'Appaltatore è comunque obbligato a segnalare eventuali comunicazioni che venissero rilevate tra i fori in qualsiasi fase lavorativa. È facoltà e discrezione del Committente/Direzione Lavori, modificare, variando le distanze, gli interassi minimi stabiliti prima di ogni fase operativa nell'ambito di una zona circoscritta.

Eventuali comunicazioni del fluido di perforazione con fori in fase di esecuzione di guaina e/o con fori aventi guaina non ancora maturata (almeno 4÷6 ore dalla fine del riempimento del foro), obbligheranno l'immediata interruzione della perforazione e la ripresa della guaina disturbata mediante completa sostituzione; circostanze non corrette tempestivamente comporteranno l'abbandono dell'asse disturbato ed il suo rifacimento a spese dell'Appaltatore.

Oltre alla registrazione in automatico dei parametri di perforazione, saranno annotate le variazioni stratigrafiche risultanti dall'esame del detrito di perforazione ed eventuali anomalie quali le perdite di acqua od altre.

#### **16.10.3.4 Allestimento**

Nel caso d'impiego di armature a trefoli gli elementi costitutivi dell'ancoraggio dovranno essere preferibilmente confezionati in stabilimento e pervenire in cantiere già arrotolati e inguainati, salvo, eventualmente, il dispositivo di bloccaggio che potrà essere montato in cantiere.

Ove, per particolari motivi, fosse necessario effettuare l'assemblaggio degli elementi costitutivi degli ancoraggi in cantiere, dovrà essere predisposta dall'Appaltatore in prossimità del luogo di impiego, una adeguata attrezzatura per confezionare correttamente gli ancoraggi stessi. In tal caso i componenti, in particolare l'acciaio, dovranno essere immagazzinati al coperto in modo da non subire danneggiamenti durante la giacenza.

Dovrà essere inoltre accuratamente evitato il contatto con il terreno o altri materiali che possano danneggiare l'ancoraggio la cui preparazione dovrà pertanto essere realizzata sempre su apposito banco e non a terra. La preparazione degli ancoraggi dovrà essere affidata a personale qualificato e consisterà nelle seguenti fasi essenziali:

- taglio dei trefoli a misura;
- interposizione dei distanziatori fra i trefoli;
- montaggio dei condotti di iniezione;
- infilaggio delle guaine su tutta la lunghezza dell'ancoraggio;
- esecuzione del tampone di separazione tra la fondazione e la parte libera dell'ancoraggio;
- montaggio degli eventuali distanziatori necessari al centraggio dell'ancoraggio nel foro di alloggiamento;
- eventuale montaggio del dispositivo di bloccaggio nei casi in cui questa operazione sia prevista prima dell'infilaggio dell'ancoraggio nel foro;
- accurata sigillatura di tutte le giunzioni della guaina per evitare perdite di impermeabilità.

Nel caso in cui l'ancoraggio sia costituito da armature a barre, l'assemblaggio dovrà essere eseguito in opera, da personale qualificato, via via che le barre verranno infilate nel foro, avendo cura che il collegamento dei vari segmenti, mediante manicotti di giunzione, avvenga secondo le modalità previste dal costruttore e che, contemporaneamente, siano accuratamente eseguite le sigillature della eventuale guaina.

Completata la perforazione si provvederà a rimuovere i detriti presenti nel foro, o in sospensione nel fluido di perforazione, prolungando la circolazione del fluido stesso fino alla sua completa chiarificazione.

Di norma quindi si eseguiranno le seguenti operazioni:

- riempimento del foro con miscela cementizia (cementazione di 1a fase);
- introduzione del tirante; queste prime due fasi potranno essere invertite nel caso di completo rivestimento del foro;
- 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 (per tiranti definitivi);
- protezione della testata (per tiranti definitivi).

#### Note

L'introduzione del tirante prima del riempimento di 1a fase può essere eseguita, previa autorizzazione del Committente/Direzione Lavori solo qualora:

- la 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 d'iniezione dovranno essere opportunamente prolungati fino a fuoriuscire a bocca foro per un tratto adeguato a consentire le successive operazioni di iniezioni e di tesa-tura; la parte di trefoli che fuoriesce è chiamata "frusta".

Il sacco otturatore deve essere di norma obbligatoriamente previsto nei casi in cui i tiranti siano orizzontali o debolmente inclinati ( $i \leq 25^\circ$ ).

#### **16.10.3.5 Iniezione**

La solidarizzazione dell'armatura al terreno sarà eseguita in due o più fasi.

In caso di perforazioni intestate sotto quota di falda o di esistenza di falde in movimento, preventivamente all'avvio delle operazioni l'Appaltatore sottoporrà all'approvazione del Committente/Direzione Lavori le metodologie che adotterà al fine di prevenire disturbi delle miscele nel corso delle iniezioni e delle successive fasi d'indurimento.

Previamente all'esecuzione delle iniezioni in pressione l'Appaltatore eseguirà le seguenti operazioni:

- la taratura delle cadute di pressione su ciascuna linea d'iniezione, completa di iniettore, linea di adduzione di lunghezza misurata e pistoncino terminale; ciascuna linea verrà quindi perfettamente identificata mediante riscontri inamovibili ed il rapportino di taratura sarà consegnato al Committente/Direzione Lavori ed i valori di pressione successivamente letti sulla stessa linea saranno depurati della "perdita" o caduta misurata;
- la misurazione, alle differenti profondità previste d'iniezione, della pressione di rottura del terreno (fenomeno di claquage); analogamente il rapportino di misura sarà consegnato al Committente/Direzione Lavori.

#### **Iniezione semplice**

L'iniezione dovrà essere eseguita riempiendo con la miscela cementizia sia l'intercapedine tra la guaina e il foro, che tutto lo spazio fra la guaina corrugata e l'armatura lungo la fondazione del tirante; tale spazio dovrà essere collegato alla bocca del foro da un tubetto di sfiato che consenta la fuoriuscita di tutta l'aria contenuta e si dovrà proseguire l'iniezione fino alla fuoriuscita della miscela dal tubetto di sfiato.

- L'iniezione semplice dovrà essere adottata:
- in terreni di granulometria grossolana, costituiti da ghiaia, ciottoli, a elevata porosità nei quali una porzione rilevante della malta iniettata vada a compenetrare il terreno intorno al foro;
- in rocce lapidee e in terreni coesivi mediamente compatti, congiuntamente alla tecnica di perforazione con utensili allargatori.

Il riempimento della guaina nella parte libera dovrà essere assicurato immettendo la miscela nel punto più profondo tramite gli appositi condotti e osservando che essa risalga fino a bocca foro e vi permanga finché non intervenga la presa; si dovrà quindi provvedere a rabbocchi per ottenere il completo intasamento e la protezione dei trefoli.

#### **Iniezione ripetuta in pressione**

L'iniezione ripetuta in pressione dovrà essere adottata in terreni di qualunque natura, caratterizzati da un modulo di deformazione a breve termine sensibilmente inferiore a 500 MPa.

L'iniezione di quantità controllate della miscela cementizia in più fasi successive, fino a ottenere pressioni d'iniezione residue non minori di 0,5 MPa, dovrà avere lo scopo di ottenere una serie di sbulbature lungo la fondazione del tirante e di instaurare nel terreno circostante un campo tensionale di compressione, favorevole alla mobilitazione di elevate resistenze al taglio per attrito. L'iniezione in pressione dovrà avvenire tramite un tubo a perdere dotato di valvole di non ritorno a manchette, regolarmente intervallate a interasse non maggiore di 50 cm lungo il tratto di fondazione del tirante.

Il tubo potrà essere:

- in acciaio, esterno all'armatura, posato in opera preventivamente alla posa dell'armatura;
- coassiale all'armatura, interno alla guaina grecata di protezione, ma dotato di valvole che sboccano all'esterno di essa per la formazione delle sbulbature nel terreno; altre valvole, interne alla guaina, dovranno avere la funzione di assicurare il riempimento dell'intercapedine guaina-armatura.

L'iniezione dovrà essere eseguita rispettando le seguenti fasi.

#### **Cementazione di 1a fase (guaina)**

E' eseguita all'atto del completamento della perforazione, secondo quanto sopra specificato; viene utilizzato un volume di miscela cementizia commisurato al volume teorico del foro.

In questa fase si eseguono 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, ai valori contenuti di pressione secondo specifica del fabbricatore dei tiranti e/o stabiliti mediante prove tecniche che comunque il Committente/Direzione Lavori potrà richiedere.

Completata l'iniezione di 1a fase si provvederà a lavare con acqua il cavo interno del tubo d'iniezione.

#### Iniezioni selettive a pressioni e volumi controllati

Trascorso un periodo di 12 ÷ 24 ore dalla formazione della guaina, si darà luogo all'esecuzione delle iniezioni selettive per la formazione del bulbo di ancoraggio, ove la tecnologia del tirante lo preveda.

Si procederà valvola per valvola, a partire dal fondo, tramite un packer a doppia tenuta collegato al circuito d'iniezione; non è consentito utilizzare packer semplici, a meno di circostanze autorizzate dal Committente/Direzione Lavori e non altrimenti affrontabili: impossibilità di accesso con doppio packer all'interno della tubazione d'iniezione, causa ostruzione o piegatura; in tal caso il tirante sarà degradato nei valori di portata ammissibile a valutazione insindacabile del Committente/Direzione Lavori, o addirittura il Committente/Direzione Lavori, dopo valutazioni sugli assorbimenti risultanti, potrà chiedere la realizzazione di un tirante sostitutivo.

La massima pressione di apertura delle valvole non dovrà superare il limite di 60 bar, a meno di maggiori valori indicati dal fabbricatore del tirante; in caso contrario la valvola potrà essere abbandonata, salvo diverse istruzioni impartite dal Committente/Direzione Lavori.

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 o impartiti dal Committente/Direzione Lavori.

Per pressione d'iniezione s'intende il valore minimo che si stabilisce all'interno del circuito.

L'iniezione dovrà essere tassativamente eseguita utilizzando portate non superiori a 30 l/min, e comunque con valori che, in relazione alla effettiva pressione di impiego, siano tali da evitare fenomeni di fratturazione idraulica del terreno (claquage).

I volumi d'iniezione saranno di norma non inferiori a tre volte il volume teorico del foro, e comunque conformi alle prescrizioni di progetto o impartite dal Committente/Direzione Lavori.

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 d'iniezione non saranno concluse, al termine di ogni fase occorrerà procedere al lavaggio interno della canna.

#### **16.10.3.6 Tesatura**

L'Appaltatore dovrà usare un'apparecchiatura che permetta di eseguire il tensionamento di tiranti operando contemporaneamente su tutti i trefoli componenti il tirante. Il tensionamento dei tiranti non potrà iniziare prima che sia stata raggiunta la resistenza massima della miscela usata per la cementazione dell'ancoraggio. Il tempo necessario per raggiungere tale resistenza sarà predeterminato con un congruo numero di prove di laboratorio. Il tiro massimo iniziale di ogni trefolo sarà quello previsto in progetto, e sarà raggiunto attraverso il ciclo di messa in carico predisposto dal progetto o dal Committente/Direzione Lavori.

Le modalità di esecuzione del tensionamento seguono le indicazioni espresse per le prove di collaudo.

#### Taglio dei trefoli e protezione esterna

A tensionamento ultimato i trefoli saranno regolarizzati tagliandoli ad una lunghezza che consenta di poter tensionare nuovamente il tirante. Non sarà permesso il taglio con cannello ossiacetilenico o mezzi simili che possono danneggiare i trefoli ed altre parti della testa. Gli spezzoni di trefolo che sporgono dall'ancoraggio saranno spalmati con la protezione anticorrosiva usata per i trefoli sotto guaina ed avvolti in protezione plastica o metallica che li preservi dagli attacchi degli agenti atmosferici.

Per un periodo non inferiore a 30 giorni decorrente dalla data dell'ultimazione del tensionamento, e comunque concordato con il Committente/Direzione Lavori in base alle prove di messa in tensione, le teste di tutti i tiranti dovranno essere lasciate accessibili per tutte le operazioni di controllo e ritesatura da eseguire nelle quantità che saranno prescritte dal Committente/Direzione Lavori e nel rispetto delle norme vigenti e raccomandazioni di riferimento (AICAP).

Sulla base delle stesse norme e raccomandazioni, in accordo con il Committente/Direzione Lavori, si stabilirà la percentuale di tiranti predisposti per controlli periodici nel tempo, ed il relativo sistema di controllo.

Tutti gli oneri di esecuzione dei controlli e prove sono a carico dell'Appaltatore e sono compresi nei prezzi di esecuzione dei tiranti.

#### **16.10.3.7 Bulloni di ancoraggio**

Si dovrà far riferimento per quanto non espressamente indicato nel seguente paragrafo, a quanto previsto nelle raccomandazioni AICAP.

#### **16.10.3.8 Perforazione**

Valgono le prescrizioni già indicate per i tiranti di ancoraggio. Nel caso di perforazione di piccolo diametro in roccia ( $\varnothing \leq 80 \div 100$  mm) e di manifesta stabilità del foro, potrà essere omesso l'impiego dei rivestimenti.

#### **16.10.3.9 Allestimento**

Completata la perforazione e rimossi i relativi detriti mediante adeguato prolungamento della circolazione dei fluidi, si provvederà 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.

#### **16.10.3.10 Iniezione**

#### Iniezione di miscele cementizie



Si applicano le specifiche già indicate per i tiranti di ancoraggio 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.

#### Iniezione di resine

Nell'esecuzione d'iniezioni con resine sintetiche si adotteranno modalità operative conformi alle raccomandazioni fornite dal produttore.

Per barre di piccolo diametro ( $\varnothing = 15 \div 20$  mm) si potrà adottare il sistema a "cartuccia". In tal caso si posiziona in fondo al foro una cartuccia contenente i componenti della resina, opportunamente separati. S'infilà 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 d'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 partecipano della struttura della macromolecola, è generalmente causa di ritiro e/o porosità.

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 lo 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.

#### **16.10.3.11 Chiodi**

Si dovrà fare riferimento, per quanto non espressamente indicato, a quanto previsto nelle Raccomandazioni AICAP.

La posa in opera dei chiodi dovrà essere eseguita attraverso le seguenti operazioni:

- 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 e alla geometria del foro;
- introduzione dell'armatura;
- esecuzione dell'iniezione, fino al completo riempimento dell'intercapedine.

Per chiodi in vetroresina si dovranno utilizzare solamente 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). Le informazioni relative all'esecuzione dei chiodi dovranno essere riportate, a cura dell'Appaltatore, su una scheda tecnica.

Le prove di rottura su chiodi dovranno essere eseguite tesando il chiodo con velocità costante, tale da consentire di raggiungere la forza corrispondente allo snervamento dell'armatura (limite allo 0,2%) in un tempo minimo di 15 min. Ciascuna prova dovrà avere termine o quando si giunge alla rottura del tratto connesso o quando è raggiunta la forza corrispondente allo snervamento dell'armatura (limite allo 0,2%). Nel caso d'impiego di chiodi in vetroresina il carico massimo di prova dovrà corrispondere all'85% della resistenza a trazione certificata dal fornitore.

#### **16.10.4 Bulloni attivi ad ancoraggio meccanico**

##### 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. 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 un'espansione massima superiore di almeno 6 (sei) mm al diametro di perforazione.

##### 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 N/mm<sup>2</sup>
- Resistenza a rottura non inferiore a 700 N/mm<sup>2</sup>
- Allungamento a rottura non inferiore al 15%
- Resilienza a 20°C non inferiore a 30 J

#### 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° dalla perpendicolare.

#### **16.10.4.1 Ancoraggi frizionali a espansione idraulica o similari**

Si tratta di ancoraggi ad aderenza continua su tutta la lunghezza del foro, in profilato tubolare d'acciaio speciale pre-resinato mediante immersione dopo opportuna pulizia e sgrassatura in una vernice gommosa monocomponente a base di bitume modificato (ciclizzato) e componenti attivi allo zinco avente le seguenti caratteristiche.

#### 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%.

#### Ancoraggio - caratteristiche minime:

- diametro 28 mm (prima dell'espansione);
- diametro 41 mm (dopo l'espansione);
- spessore 2 mm;
- diametro della perforazione 35÷38 mm;
- carico di rottura 100 kN;
- allungamento a rottura maggiore del 10%.

### Resinatura - Caratteristiche della vernice protettiva

Monocomponente a base di gomme ciclizzate e di bitumi modificati aventi le seguenti caratteristiche:

- contenuto secco: 49% in volume
- potere coprente (su superficie asciutta): 3,3 m<sup>2</sup> /litro per 150 micron
- massa volumica: 1,10 g/cm<sup>3</sup>
- viscosità: 116 kV a 20°C
- solvente: acquaragia
- pigmento: fosfato di zinco e altri composti  
attivi allo
- zinco
- legante: bitume ciclizzato
- colore: marrone scuro
- 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.

### 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.

### 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.

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.

### 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. Lo spessore finito della guaina protettiva, da misurare su almeno 2 campioni per ogni singolo trattamento, deve risultare di 150 micron ± 50 micron. Spessori inferiori a 100 micron sono considerati di scadente qualità la partita dovrà essere scartata.

### 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. Il Committente/Direzione Lavori non dovrà accettare in alcun caso ancoraggi presinati direttamente in cantiere o con modalità difformi da quelle sopraindicate.

### 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 pasta cementizia iniettata a pressione non inferiore a 30 MPa.

### Controlli

Prima dell'avvio dei lavori dovrà essere eseguito, secondo le indicazioni del Committente/Direzione Lavori, un numero di bulloni preliminari, da sottoporre a prove di sfilamento, sufficienti a condurre al dimensionamento definitivo degli stessi. Questi dovranno essere realizzati con le medesime modalità e nelle stesse condizioni dei bulloni da porre in opera. Le prove dovranno essere eseguite da personale specializzato con apparecchiature di controllo e misure munite di certificato di taratura rilasciato da Laboratori Ufficiali. Per ogni tipo di bullone e per ogni tipo di terreno dovranno essere sottoposti a prova preliminare almeno cinque bulloni. Sulla testa di ciascun bullone dovranno essere inoltre punzonati i dati caratteristici per consentire l'identificazione del materiale e del luogo di produzione.

#### **16.10.4.2 Bulloni in acciaio tipo autoperforante**

Sono bulloni costituiti da una barra filettata per rullatura in continuo, cava all'interno, alla cui estremità è 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 l'assoluta mancanza di stabilità del foro.

### Caratteristiche del bullone

La resistenza a trazione dell'acciaio non deve essere inferiore a 510 N/mm<sup>2</sup>.

Le dimensioni, il carico minimo di rottura a trazione e il diametro di perforazione sono riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Diametro bullone [mm]	Resistenza a trazione [kN]	Dimensione testa di perforazione [mm]
-----------------------	----------------------------	---------------------------------------

24/14	200	42÷52
32/20	280	52÷75
32/15	360	52÷75
38/14	500	75÷120

#### **Caratteristiche dei bulloni autoperforanti**

I singoli elementi, della lunghezza da 2 a 6 m, dovranno essere giuntabili solo mediante idoneo manicotto autocentrante esterno o 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.

Sulla testa di ciascun bullone dovranno essere inoltre punzonati i dati caratteristici per consentire l'identificazione del materiale e del luogo di produzione.

#### Modalità esecutive

Per la posa in opera si dovrà utilizzare un martello perforatore ad aria compressa o 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 il Committente/Direzione Lavori e comunque non superiore a 1÷2 MPa in modo da riempire lo spazio anulare tra bullone e parete del foro e l'interno del bullone.

Lo studio preliminare della miscela e le modalità di iniezione dovranno essere approvate dal Committente/Direzione Lavori prima dell'inizio dei lavori.

Successivamente le caratteristiche della miscela dovranno essere verificate almeno una volta alla settimana.

#### **16.10.4.3 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.

## 16.11 Controlli di qualità per i micropali

### 16.11.1 Generalità

Di seguito si forniscono le specifiche che l'Appaltatore dovrà osservare nell'esecuzione dei controlli del proprio operato; l'Appaltatore resta comunque responsabile della qualità del prodotto finale che sarà accettato solo ove rispondente ai seguenti criteri:

- rispondenza ai criteri di tolleranza già specificati;
- rispondenza del materiale, armatura e miscele di iniezione, alle caratteristiche meccaniche specificate nelle tavole di progetto;
- assenza di difetti evidenziati dall'autocontrollo dell'Appaltatore, o rilevati dal Committente/Direzione Lavori, rilevati dalle prove eseguite, od infine emersi in fase di scavo.

Per ogni micropalo eseguito l'Appaltatore dovrà fornire una scheda contenente le seguenti indicazioni:

- n° del micropalo e data/date di esecuzione;
- lunghezza della perforazione;
- nominativi del caposquadra addetto e degli operatori (perforazione, gestione fanghi, posa armatura, iniezioni, controlli in corso d'esecuzione, etc.);
- identificazione dell'attrezzatura di perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione:
  - utensile;
  - fluido;
  - rivestimenti;
- informazioni relative alla stratigrafia locale emersa dall'osservazione dei detriti di scavo;
- caratteristiche dell'armatura: tipo, dimensioni e caratteristiche meccaniche;
- identificazione dell'attrezzatura di iniezione e della linea di adduzione impiegata;
- data e volume di assorbimento dell'iniezione di guaina;
- caratteristiche della miscela, o della malta, utilizzata per l'iniezione (compresa quella di guaina):
  - composizione;
  - peso specifico;
  - viscosità Marsh;
  - rendimento volumetrico o decantazione;
  - controlli eseguiti in corso d'opera;
- tabelle delle iniezioni selettive, indicanti per ogni valvola e per ogni fase:
  - data;
  - pressioni di apertura;
  - volumi di assorbimento;
  - pressioni raggiunte;

- identificazione dei campioni di malta prelevati per le successive prove di compressione a rottura;
- diagrammi rappresentativi dei parametri di perforazione ed iniezione e relativi supporti magnetici.

La documentazione richiesta deve essere fornita al Committente/Direzione Lavori nei tempi e nei modi che saranno indicati dallo stesso Committente/Direzione Lavori. La mancata o parziale evasione dei documenti richiesti non consentirà la contabilizzazione delle relative quantità.

### **16.11.2      *Controlli di qualità delle miscele e delle malte di iniezione***

Le miscele e le malte confezionate in cantiere saranno sottoposte ai seguenti controlli:

#### Miscele

- peso specifico: 1 volta al giorno
- viscosità Marsh: 1 volta al giorno
- decantazione o resa volumetrica: 1 volta al giorno
- tempo di presa: 1 volta alla settimana
- prove di compressione a rottura: 2 prelievi di coppie di provini alla settimana

#### Malte

- peso specifico: 1 volta al giorno
- tempo di presa: 1 volta alla settimana
- prove di compressione a rottura: 2 prelievi di campioni cubici (comprensivi di 2 provini) alla settimana

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm<sup>3</sup> il peso specifico del cemento e 2,65 g/cm<sup>3</sup> 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.

I cubetti da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione, avranno dimensioni minime di 7 o 10 cm di lato.

L'Appaltatore eseguirà le prove richieste e documenterà i risultati delle stesse con rapportini tecnici la cui frequenza è commisurata a quella delle prove stesse.

### **16.11.3      *Prove di carico***

#### **16.11.3.1      *Generalità***

Le prove di carico su micropali riguardano gli elementi che hanno funzione di “pali di fondazione”, ed hanno lo scopo di:

- accertare eventuali deficienze esecutive;
- accertare le ipotesi progettuali di portanza del micropalo e verificare i margini di sicurezza disponibili nei confronti della rottura del sistema micropalo-terreno;
- valutare le caratteristiche di deformabilità del sistema micropalo-terreno al fine di definire i cedimenti attesi sotto carico.



L'Appaltatore, prima di ogni prova, sottoporrà all'approvazione del Committente/Direzione Lavori il progetto ed il programma della prova di carico, nonché la certificazione di taratura degli strumenti di misura dei carichi e dei cedimenti.

### **16.11.3.2 Definizioni**

Si definiscono:

#### Prove di collaudo

Le prove effettuate su micropali facenti parte della fondazione, dei quali non bisogna comprometterne 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 micropali appositamente predisposti all'esterno della palificata, con lo scopo di raggiungere i carichi di rottura del sistema micropalo-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 ( $P_{es}$ ).

### **16.11.3.3 Normative e specifiche di riferimento**

Valgono le normative nazionali; ed inoltre:

- ASTM D1143-81: "Standard Test Method for Piles under Static Axial Compressive Load".

### **16.11.3.4 Numero ed ubicazione dei micropali di prova**

Il numero e l'ubicazione dei micropali da sottoporre a prova di carico devono essere stabiliti in funzione dell'importanza dell'opera, dell'affidabilità, in termini quantitativi e qualitativi, dei dati geotecnici disponibili, e del grado di omogeneità del terreno.

In generale si prevede l'esecuzione di prove di carico assiale sull'1% dei micropali ed almeno su un micropalo per ogni opera. Le prove sono a carico dell'Appaltatore.

### **16.11.3.5 Caratteristiche dei micropali di prova**

Le caratteristiche dei micropali di prova (lunghezza, diametro, modalità esecutive, caratteristiche dei materiali, etc.) devono essere del tutto simili a quelli dei micropali dimensionati in fase di progetto.

### **16.11.3.6 Scelta dei carichi di prova**

I carichi di prova saranno definiti di volta in volta dal progettista e/o dal Committente/Direzione Lavori, in relazione alle finalità della prova stessa.

Di norma il massimo carico di prova  $P_{prova}$  sarà:

- $P_{prova} = 1,5 P_{esercizio}$
- $P_{prova} = P_{lim}$

ove con  $P_{lim}$  si indica la portata limite dell'insieme micropalo-terreno.

### **16.11.3.7 Attrezzature e dispositivi di prova**

Le attrezzature ed i dispositivi per l'applicazione e per la misura del carico, ed i dispositivi per la misura dei cedimenti, saranno conformi alle specifiche relative a dette attrezzature;

in ogni caso l'Appaltatore deve presentare certificati di calibrazione non antecedenti a più di 3 mesi.

E' ammessa l'esecuzione di prove di carico a compressione mediante contrasto su micropali laterali, a condizione che:

- le armature tubolari e le eventuali giunzioni filettate dei micropali di contrasto siano in grado di resistere ai conseguenti sforzi di trazione;
- l'insieme dei micropali costituisca un sistema baricentrico sul micropalo da sottoporre a prova.

Nel caso di micropali inclinati dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti atti ad evitare l'insorgere di componenti di carico ortogonali all'asse del micropalo e/o momenti flettenti dovuti ad eccentricità, che potrebbero influenzare i risultati della prova.

I valori di deformazione letti sui micropali di contrasto potranno essere utilizzati quali valori relativi a prove di carico a trazione, se i carichi effettivamente applicati sono significativi nel cospetto dei reali carichi di trazione cui saranno sottoposti gli stessi micropali.

#### **16.11.3.8 Preparazione della prova**

##### Preparazione dei micropali da sottoporre a prova

I micropali prescelti saranno preparati mettendo a nudo il fusto per un tratto di almeno 20 cm ed eliminando tutte le superfici di contatto e di attrito con eventuali plinti, solette, murature, etc.

Nel tratto di fusto esposto saranno inserite almeno 3 staffe metalliche, a distanze angolari costanti, per la successiva apposizione dei micrometri.

Si provvederà quindi a fissare sulla testa del micropalo una cuffia metallica di geometria adeguata ad ospitare il martinetto ed a trasferire il carico sul micropalo.

##### Realizzazione del contrasto

La zavorra sarà messa in opera dopo avere preliminarmente posizionato la trave di sostegno su due appoggi laterali, posti a circa 3 m dall'asse del micropalo.

L'altezza dei due muretti deve essere sufficiente a consentire il posizionamento del martinetto e del relativo centratore, oltre che del sistema di riferimento per la misura dei cedimenti. In ogni caso l'altezza deve essere tale da consentire le operazioni di lettura con sufficiente agio ( $h_{min} \geq 1,5$  m).

Tra il martinetto e la trave sarà interposto un dispositivo di centramento del carico, allo scopo di eliminare il pericolo di ovalizzazione del pistone.

Questo dispositivo può essere realizzato mediante un giunto a rotula, costituito da una sfera in acciaio  $\phi$  30 mm circa, inserita entro due piastre metalliche dotate di opportune cavità porta-sfera.

Gli stessi accorgimenti saranno adottati anche nel caso di contrasto su micropali attigui.

##### Realizzazione del sistema di misura degli spostamenti

Il sistema di misura principale sarà realizzato da una serie di micrometri solidali con il fusto del micropalo sottoposto a prova, messi a contrasto con una trave detta di riferimento, la cui peculiarità sarà di essere del tutto non interessata da cedimenti del terreno connessi con l'assestamento del micropalo. A tal fine si prescrive che ciascun appoggio della suddetta trave sia ad almeno 2,5 m dall'asse del micropalo caricato.

I micrometri, del tipo centesimale di millimetro, avranno una corsa minima di 50 mm e potranno essere prolungati secondo necessità; la precisione richiesta è di 0,2 mm.

Un secondo sistema di controllo di spostamento è consigliato, ad esempio mediante controllo topografico livellometrico.

Potranno essere adottati ulteriori sistemi di misura, tipo strain gauges e tell-tales, secondo indicazioni progettuali, del Committente/Direzione Lavori ed a proposta dell'Appaltatore.

I sistemi di lettura potranno essere del tipo a rilevamento diretto o del tipo computerizzato.

#### **16.11.3.9 Programma di carico**

Il programma di carico sarà definito di volta in volta, in relazione alle finalità della prova.

Di norma, salvo diverse disposizioni del progetto e/o del Committente/Direzione Lavori, si farà riferimento al seguente schema con 3 cicli di carico e scarico.

##### **1° Ciclo**

Applicazione di "n" ( $n \geq 6$ ) gradini di carico successivi, di entità pari a  $dP$ , fino a raggiungere il carico  $P_{es}$ .

In corrispondenza di ciascun gradino di carico si eseguiranno misure dei cedimenti con la seguente frequenza:

- $t = 0$  (applicazione del carico);
- $t = 1'$ ;
- $t = 2'$ ;
- $t = 4'$ ;
- $t = 8'$ ;
- $t = 15'$ ;
- quindi ogni 15' fino a raggiunta stabilizzazione, e comunque per non più di 2 ore.

Il cedimento "s" è considerato stabilizzato se, a parità di carico, è soddisfatta la seguente condizione tra due misure successive:

- nell'intervallo di lettura ( $dt = 15'$ ) risulti  $ds \leq 0,025$  mm

##### **2° Ciclo**

- (a) Applicazione rapida di un carico di entità  $1/3 P_{es}$ ;
- (b) Lettura dei cedimenti a  $t = 0, 1', 2', 4', 8', 15'$ ;
- (c) Scarico rapido e letture a  $t = 0$  e  $5'$ ;
- (d) Applicazione rapida di un carico di entità  $2/3 P_{es}$ ;
- Lettura dei cedimenti come in (b);
- Scarico come in (c)
- Applicazione rapida di un carico di entità pari a  $P_{es}$ ;
- Lettura dei cedimenti come in (b);
- Scarico con letture a  $t = 0, 5', 10', 15'$  e  $30'$ .

##### **3° Ciclo**

- (a) Applicazione di "m" ( $m \geq 9$ ) gradini di carico  $dP$  fino a raggiungere il carico  $P_{prova}$  ( $o P_{lim}$ );

- In corrispondenza di ogni livello di carico si eseguiranno misure di cedimento con la stessa frequenza e limitazioni di cui al 1° ciclo, punto (b);
- Il carico  $P_{prova}$ , se minore di  $P_{lim}$ , sarà mantenuto per un tempo minimo di 4 ore; quindi il palo sarà scaricato mediante almeno 3 gradini con misure a  $t = 0$ ,  $t = 5'$ ,  $t = 10'$  e  $t = 15'$ ;
- A scarico ultimato si eseguiranno misure fino a  $t = 60'$ .

#### Carico limite

In letteratura esistono vari sistemi d'individuazione del carico limite mediante i dati di prove di carico; in mancanza di diversi criteri fissati dal progetto e/o dal Committente/Direzione Lavori, si considererà raggiunto il carico limite  $P_{lim}$ , e conseguentemente si interromperà la prova, allorquando, misurando il cedimento  $s$ , risulterà verificata una delle seguenti condizioni:

- $s_{(P_{lim})} \geq 2 \times s_{(P_{lim} - dP)}$ ;
- $s_{(P_{lim})} \geq 0,2 d + s_{el}$

ove :

$d$  = diametro del micropalo;

$s_{el}$  = cedimento elastico del micropalo.

#### **16.11.3.10 Documentazione delle prove**

Le misure dei cedimenti saranno registrate utilizzando moduli contenenti:

- il n° del palo;
- 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, controfirmate dal Committente/Direzione Lavori e dall'Appaltatore, costituiranno il verbale della prova.

La documentazione fornita dall'esecutore della prova dovrà comprendere i seguenti dati:

- tabelle complete delle letture tempo-carico-cedimento con le indicazioni singole dei comparatori e la loro media aritmetica; sono richieste le fotocopie chiaramente leggibili della documentazione originale ("verbale") di cantiere;
- 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 d'identificazione e caratteristiche nominali del micropalo (lunghezza, diametro);
- stratigrafia del terreno rilevata durante la perforazione;
- geometria della prova (dispositivo di contrasto, travi portamicrometri, posizione degli appoggi, etc.);

- disposizione, caratteristiche e certificati di taratura della strumentazione;
- scheda tecnica del micropalo, preparata all'atto dell'esecuzione.

## 16.12 CONTROLLI DI QUALITÀ RELATIVI AGLI ANCORAGGI

Per quanto concerne:

- la documentazione;
- la qualifica dei materiali;
- la qualifica degli impianti;
- le modalità esecutive;
- le prove preliminari;
- le prove di collaudo;
- le prove di rottura;
- le frequenze dei controlli;
- e per tutti i controlli di qualità non espressamente citati,

l'Appaltatore dovrà fare riferimento alle Raccomandazioni AICAP - Ancoraggi nei terreni e nelle rocce" Maggio 1993.

### 16.12.1 Generalità

Di seguito si forniscono le specifiche che l'Appaltatore dovrà osservare nell'esecuzione dei controlli del proprio operato; l'Appaltatore resta comunque responsabile della qualità del prodotto finale che sarà accettato solo ove rispondente ai seguenti criteri:

- rispondenza ai criteri di tolleranza specificati nella presente sezione;
- rispondenza del cls alle caratteristiche di progetto ed alle relative specifiche riportate nel CSA;
- assenza di difetti, evidenziati dall'autocontrollo dell'Appaltatore, o rilevati dal Committente/Direzione Lavori, o rilevati dalle prove eseguite, od emersi in fase di scavo.

### 16.12.2 Ancoraggi

Per ogni ancoraggio eseguito l'Appaltatore dovrà fornire una scheda contenente almeno le seguenti indicazioni:

- numero e data di esecuzione;
- nominativi del caposquadra addetto e degli operatori (perforazione, posa ancoraggio, iniezioni, controlli in corso d'esecuzione, tesatura, etc.);
- identificazione dell'attrezzatura di perforazione e degli utensili adoperati a varie quote;
- lunghezza della perforazione;
- modalità di esecuzione della perforazione (utensile, fluido, rivestimenti del foro);
- informazioni relative alla stratigrafia locale emersa dall'osservazione dei detriti di scavo;
- diagrafie del sistema automatico di registrazione dei parametri di perforazione (eventuale);
- caratteristiche del tirante:
  - armatura e relative caratteristiche meccaniche;
  - lunghezza della fondazione e della parte libera;

- presenza di sacco otturatore, n° e tipologia di guaine protettive;
- composizione della miscela e volume dell'iniezione di 1a fase;
- relativamente ai tiranti di ancoraggio, tabelle delle iniezioni selettive indicanti per ogni valvola e per ogni fase:
  - data;
  - pressioni di apertura;
  - volumi di assorbimento;
  - pressioni raggiunte;
  - tabulati dal sistema automatico di registrazione dei parametri d'iniezione;
- 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;
- relativamente ai tiranti di ancoraggio, certificato di tesatura comprensivi di:
  - data di tesatura;
  - allungamento sotto il carico di collaudo;
  - valore della forza di tensionamento.

### 16.13 MISCELE DI INIEZIONE

Le miscele confezionate in cantiere saranno di norma sottoposte ai seguenti cicli di controllo:

- peso specifico: 2 volte al giorno,
- viscosità Marsh: 2 volte al giorno,
- decantazione o resa volumetrica: 2 volte al giorno,
- tempo di presa: 1 volta / settimana,
- prove di compressione a rottura: 1 prelievo di coppie di provini al giorno (min.).

Tipo e frequenza delle prove potranno essere aumentate su richiesta del Committente/Direzione Lavori.

Il peso specifico dovrà risultare pari ad almeno il 90% di quello teorico, calcolato assumendo 3 g/cm<sup>3</sup> il peso specifico del cemento e 2,65 g/cm<sup>3</sup> quello degli eventuali 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.

I cubetti da sottoporre a prove di resistenza cubica a compressione, avranno dimensioni minime di 7 o 10 cm di lato.

La fluidità della miscela cementizia da iniettare dovrà essere misurata con il cono di Marsh secondo le modalità descritte nelle raccomandazioni AICAP citate al paragrafo 4.1. Il cono da utilizzare dovrà quindi rispettare le caratteristiche indicate nelle raccomandazioni stesse

ed essere caratterizzato da una bocca di uscita di 13 mm. La prova si esegue misurando il tempo complessivo di deflusso di 2 litri di miscela. La miscela sarà ritenuta idonea se tale tempo risulterà compreso tra 10 e 30 secondi.

L'essudazione non dovrà essere maggiore del 2% del volume iniziale della miscela. Il controllo si esegue versando 1000 ml di miscela in un cilindro graduato avente diametro di 60 mm e altezza di 450 mm circa, misurando l'eventuale acqua essudata sulla superficie della miscela, mantenuta in riposo per tre ore. La prova di fluidità e la prova di essudazione dovranno essere eseguite all'inizio di ciascuna giornata lavorativa e in ogni caso ripetute dopo l'iniezione di 20 ancoraggi. Se, in occasione di tali controlli, anche solo una delle due prove non risultasse conforme a quanto prescritto, le iniezioni dovranno essere sospese e potranno riprendere solo dopo la confezione di una nuova miscela con caratteristiche idonee.

Il ritiro dovrà essere compensato dall'espansione che, misurata secondo quanto previsto nelle Norme UNI 8146 e 8147, dovrà essere di almeno 400 micron/m dopo due giorni.

Il tempo d'inizio presa, a 20°C e a umidità relativa del 75%, dovrà essere superiore a tre ore, mentre il tempo di fine presa dovrà essere inferiore a 10 ore.

Il tempo di inizio presa va misurato secondo quanto previsto nel punto 7.1 -Prospetto II della Norma UNI EN197/1.

L'Appaltatore eseguirà le prove richieste a sua cura e spese, e documenterà i risultati con rapportini tecnici la cui frequenza è commisurata a quella delle prove stesse.

La documentazione richiesta dovrà essere allegata ai rapporti giornalieri che l'Appaltatore dovrà fornire al Committente/Direzione Lavori come documentazione del lavoro eseguito.

In mancanza della suddetta documentazione, non potranno essere contabilizzate le quantità prodotte.

#### **16.14 PROVE DI CARICO**

Le prove di carico sugli ancoraggi si distinguono in:

- prove di carico di collaudo;
- prove di carico a rottura.

Le prime si applicano di norma a tutti gli ancoraggi attivi realizzati.

Le prove a rottura sono invece da eseguirsi su ancoraggi non appartenenti alla struttura da ancorare, ma eseguiti nello stesso sito e con lo stesso sistema di perforazione e d'iniezione: esse sono finalizzate a verificare l'idoneità della tipologia di ancoraggio proposto dall'Appaltatore, ed il relativo procedimento esecutivo.

Ove previsto, le prove a rottura potranno essere realizzate su "ancoraggi preliminari di prova", sempre non appartenenti alla struttura in base al cui comportamento si procede al dimensionamento definitivo degli ancoraggi da eseguire, determinando la forza di esercizio  $N_{es}$ ; le prove eseguite su tali ancoraggi costituiscono quindi parte integrante del progetto degli ancoraggi.

Gli ancoraggi preliminari di prova devono 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.



### **16.14.1 Prescrizioni generali**

Le prove devono essere eseguite da personale specializzato, nel rispetto delle norme che garantiscono la sicurezza degli operatori e degli altri eventuali presenti.

Le apparecchiature da impiegare nell'esecuzione delle prove devono essere tarate presso un Laboratorio Ufficiale e devono essere accompagnate dal corrispondente certificato di taratura in originale, con data non antecedente di 6 mesi.

Gli allungamenti degli ancoraggi sottoposti a prova devono 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.

Per ciascun ancoraggio sottoposto a prova di carico l'Appaltatore dovrà fornire al Committente/Direzione Lavori la relativa documentazione di prova completa di tabelle e grafici.

In accordo con le già citate raccomandazioni AICAP, si adotteranno le seguenti definizioni:

- As area della sezione trasversale dell'armatura;  
D diametro convenzionale della fondazione;  
Es modulo di elasticità dell'acciaio;  
N forza nell'ancoraggio;  
Ni forza di tesatura;  
Nes forza di esercizio;  
Nau forza limite ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento alla fondazione;  
Nsu forza ultima dell'ancoraggio singolo con riferimento all'armatura;  
N'u forza limite ultima, con riferimento all'armatura del primo tirante di prova;  
No forza di allineamento;  
Nr forza al termine della fase di prova ad "allungamento costante";  
Nc forza di collaudo.

#### **16.14.1.1 Prove di carico a rottura**

Le prove di carico a rottura, eventualmente da realizzarsi su ancoraggi preliminari di prova, sono obbligatorie ogni qualvolta il numero totale di ancoraggi da realizzare sia:

- $n > 30$  nel caso di tiranti;
- $n > 50$  nel caso di barre o bulloni.

Le prove sono sempre obbligatorie nel caso di chiodi di ancoraggio, salvo nei casi in cui si tratti di mezzi d'opera provvisori.

Per ogni tipo di ancoraggio e per ogni tipo di terreno o sito, si eseguiranno prove di rottura in numero:

- di 2 tiranti ogni 100, o frazione di 100;
- di 2 barre o bulloni ogni 100, o frazione di 100;
- pari almeno al 4% dei chiodi.

#### **16.14.1.2 Prove di rottura sui tiranti**

Per ogni coppia di tiranti si eseguiranno prove con modalità e finalità differenti:

##### 1° Tirante

Ha lo scopo di determinare la forza limite ultima della fondazione Nau ed ha quindi armatura sovradimensionata in modo da raggiungere tale forza limite senza giungere allo snervamento dell'armatura stessa.

L'armatura del primo tirante deve essere tale che la forza limite ultima della fondazione Nau prevista possa essere raggiunta senza superare nell'armatura il valore di  $0,85 N_{su}$  (limite allo 0,2%), il tutto operando in modo da non aumentare il diametro della perforazione.

In caso contrario si modificheranno proporzionalmente, con diametro invariato, l'armatura e la lunghezza di fondazione del tirante.

La prova sul primo tirante comprende le seguenti fasi:

- tesatura fino ad una forza pari a  $0,1 N'u$ ; le misure degli allungamenti hanno inizio al termine di questa fase;
- tesatura per incrementi di carico pari a  $0,1 N'u$  (ultimo incremento pari a  $0,05 N'u$ ); fino ad una forza massima uguale a  $0,85 N'u$ ; per ciascun livello di carico, la forza deve essere mantenuta costante per un periodo di tempo pari a:
- 15 min per ancoraggi in roccia e terreni non coesivi, con misura dell'allungamento all'inizio ed alla fine dell'intervallo;
- 60 min per ancoraggi in terreni coesivi con misura dell'allungamento a 0-2-4-8-15-30-60 min.

Al termine della prova è tracciato il diagramma forze-allungamenti. Per terreni coesivi vengono anche tracciate, in scala semilogaritmica, le curve dell'allungamento in funzione del logaritmo del tempo per tutte le soste a forza costante, e l'andamento della pendenza finale  $\tan \alpha$  delle predette curve in funzione della forza applicata.

La determinazione della forza limite ultima del tirante, riferita alla fondazione, sarà quindi eseguita conformemente alle citate raccomandazioni AICAP e norme UNI EN 1537.

##### 2° Tirante

Ha lo scopo, oltre che di confermare i risultati del primo, di verificare la forza di esercizio  $N_{es}$ , di controllare il comportamento nel tempo e di stabilire i criteri di accettazione per il collaudo dei tiranti. Il secondo tirante ha quindi la stessa armatura dei tiranti di esercizio.

Se le prove di rottura sono eseguite su tiranti preliminari, qualora i risultati ottenuti dal secondo tirante non confermassero le valutazioni tratte dal primo, dovrà essere realizzata una ulteriore coppia di tiranti di prova.

La prova sul secondo tirante comprende le seguenti fasi:

- tesatura fino alla forza di allineamento  $N_0 = 0,1 N_{es}$ ; le misure degli allungamenti hanno inizio al termine di questa fase;

- tesatura al valore della forza di collaudo  $N_c$ , pari ad 1,2 volte la forza di esercizio  $N_{es}$ , senza interruzioni ed alla stessa velocità prevista per la tesatura dei tiranti da eseguire, e misura dell'allungamento finale;
- sosta a forza costante per 5 min in roccia o terreni non coesivi e 15 min' per terreni coesivi, con misura dell'allungamento alla fine della sosta ( $\delta_c$ );
- scarico della forza  $N_o$  con misura dell'allungamento residuo;
- ricarica della forza  $N_{es}$  con misura dell'allungamento;
- bloccaggio e sosta di durata pari a quella prescritta in progetto, comunque non inferiore a 72 ore, misura della forza ( $N_r$ ) allo sbloccaggio, al termine della sosta (fase di prova ad "allungamento costante"); qualora il sistema di bloccaggio non consenta tale tipo di misura o gli spostamenti della testa del tirante siano tali da falsare le misure stesse, la sosta andrà effettuata mantenendo costante la forza al valore di esercizio e misurando l'allungamento finale (fase di prova a "forza costante");
- tesatura ad un valore della forza pari a 0,85 volte il valore della forza limite ultima e misura dell'allungamento;
- sosta a forza costante pari a 0,85  $N_{au}$  per un periodo di tempo di 15 min nel caso di roccia e terreno non coesivo e di 60 min nel caso di terreno coesivo, e misura dell'allungamento finale.

L'interpretazione della prova sul 2° tirante sarà conforme a quanto indicato nelle raccomandazioni AICAP.

#### **16.14.1.3 Prove di rottura sui bulloni di ancoraggio**

Per bulloni con ancoraggio a 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. Nel caso che tale rottura non si verifichi, si dovrà spingere 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 allo 0,2% del limite di snervamento dell'acciaio della barra impiegata. Nel caso di bulloni con ancoraggio per 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 eseguirà 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 0,85 o, nel caso tale rottura non si determini, il valore della forza corrispondente allo 0,2% del limite di snervamento dell'acciaio della barra impiegata.

#### **16.14.1.4 Prove di collaudo**

Salvo diverse prescrizioni impartite dal Committente/Direzione Lavori, le prove di collaudo saranno eseguite di norma su tutti gli ancoraggi attivi. Esse costituiscono una fase delle procedure di messa in tensione degli ancoraggi attivi.

La forza di collaudo  $N_c$  è definita pari a 1,2 volte la forza di esercizio.

Ai sensi della procedura di messa in tensione si farà riferimento ai seguenti carichi:

$N_o = 0,1 N_{es}$  = forza di allineamento

Nes= forza di esercizio

Nc = 1,2 Nes= forza di collaudo

Ni = forza di tesatura

Il tensionamento avverrà, salvo diverse disposizioni impartite dal Committente/ Direzione Lavori, attraverso le seguenti fasi:

- viene applicato il carico di allineamento No; la corrispondente deformazione farà da riferimento per la misura dei successivi allungamenti;
- il campo Nc - No viene diviso in  $n \geq 6$  gradini,  $\delta N$ ; ad ogni gradino si misureranno le corrispondenti deformazioni a carico costante mantenuto per un tempo:
- $\delta t \geq 5$  min per ancoraggi in roccia o in terreni incoerenti;
- $\delta t \geq 15$  min per ancoraggi nei terreni coesivi.
- raggiunto il carico Nc, il tirante viene scaricato sino al valore No, misurando il relativo allungamento residuo;
- vengono inseriti i dispositivi per il bloccaggio e si provvede ad applicare il carico Ni.

Qualora non sia prevista l'esecuzione della prova di collaudo, il carico di tensionamento viene applicato durante la fase "b", avendo suddiviso il campo Ni - No in  $n \geq 3$  gradini  $\delta N$ .

Per ciascun ancoraggio collaudato e/o messo in tensione, l'Appaltatore dovrà fornire al Committente/Direzione Lavori la relativa documentazione, completa di tabelle e grafici.

## 16.15 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PROIETTATO

### 16.15.1 *Definizioni*

Le seguenti prescrizioni sono da applicarsi alla produzione, messa in opera e controllo di calcestruzzo proiettato. Tali prescrizioni sono da considerarsi aggiuntive rispetto quanto già contenuto nel Capitolato Speciale di Appalto, Sezione "Opere in conglomerato cementizio gettato in opera".

### 16.15.2 *Normativa di riferimento*

Oltre a quanto già indicato nella Sezione "Opere in conglomerato cementizio gettato in opera", per quanto non compreso nella presente o nella succitata sezione, si dovrà fare riferimento alla UNI 10834 "Calcestruzzo proiettato".

### 16.15.3 *Norme di misurazione*

Le lavorazioni inerenti le opere in conglomerato cementizio proiettato sono ricomprese e compensate nelle relative voci di elenco prezzi.

Per quanto riguarda ulteriori attività diversamente regolate, la misurazione delle opere di conglomerato cementizio proiettato ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro quadrato per centimetro di spessore.

Nei prezzi di realizzazione delle opere in conglomerato cementizio proiettato si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei luoghi di lavoro

- l'esecuzione del conglomerato cementizio proiettato lanciato a pressione
- la posa in opera dell'armatura metallica, la cui fornitura è da compensarsi a parte
- l'eventuale impiego di fibre metalliche o sintetiche, la cui fornitura è da compensarsi a parte
- quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla realizzazione del conglomerato cementizio proiettato.

La misurazione delle armature metalliche (costituite da reti o fibre) e delle fibre sintetiche, ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo, è eseguita a chilogrammo di acciaio confezionato.

#### **16.15.4      *Prescrizioni ed oneri generali***

Vale quanto riportato nella Sezione "Opere in conglomerato cementizio gettato in opera", salvo le specifiche prescrizioni di seguito riportate.

#### **16.15.5      *Campo prova***

Sulla miscela teorica approvata deve essere condotta una sperimentazione, su campo-prova, in condizioni analoghe a quelle della prevista applicazione.

La sperimentazione, note le caratteristiche richieste dal progetto, deve essere volta a definire la miscela ottimale, a tarare le modalità di proiezione ed a definire le caratteristiche ed i dosaggi ottimali di aggiunte e additivi.

Per quanto riguarda la verifica della resistenza alla compressione, si utilizzerà il metodo della penetrazione dei chiodi con almeno una terna di chiodi a ciascuna delle stagionature a 12 e 24 ore e mediante l'estrazione di almeno una terna di carote alle stagionature di 7 e 28 giorni. Ove non si abbia una correlazione tra la penetrazione dei chiodi e la resistenza alla compressione, basata su valori storici ottenuti per la stessa miscela, si eseguiranno le prove di penetrazione anche su almeno una terna di chiodi per ciascuna delle stagionature a 7 e 28 giorni. L'insieme delle prove qui descritto deve essere eseguito sia in situ che su cassette.

Le doppie terne di carote estratte da cassetta devono consentire di prelevare una terna nel senso corrispondente a quello di proiezione ed un terna nel senso ortogonale alla proiezione stessa.

#### **16.15.5.1      *Programmazione dei getti***

L'Impresa è tenuta a presentare, ogni giorno, alla Direzione Lavori il dettagliato programma dei getti del giorno successivo indicando:

- punto e/o la parte d'opera;
- volume di calcestruzzo che prevede di proiettare;
- l'impianto (o impianti) di confezionamento.

#### **16.15.6      *Prescrizioni tecniche particolari***

Vale quanto riportato nella Sezione "Opere in conglomerato cementizio gettato in opera".

### **16.15.7 Caratteristiche dei materiali**

I materiali utilizzati per la costruzione oggetto del presente capitolato debbono rispondere ai requisiti di seguito esposti.

#### **16.15.7.1 Cemento**

Il cemento utilizzato dovrà rispondere alle prescrizioni della Norma EN 197-1 e sarà preferibilmente di tipo III o IV di classe 42,5-R. In alternativa potrà venire utilizzato un diverso cemento tra quelli previsti in Capitolato.

#### **16.15.7.2 Aggregati**

Gli aggregati devono rispondere ai requisiti della classe A della Norma UNI 8520-2. e dovranno essere provvisti di Marcatura CE con sistema di attestazione 2+. In via transitoria e fino al 31.12 2004 è accettato il sistema di attestazione 4 purché il fornitore fornisca copia, da rilasciare alla Direzione Lavori:

- del manuale di produzione degli aggregati del fornitore;
- del sistema di controllo della propria produzione (FPC);
- delle schede tecniche, complete dei relativi risultati di prova secondo UNI EN 12620, di tutte le classi granulometriche di cui sia previsto l'impiego;
- della domanda di certificazione, secondo il sistema 2+, presentata ad un Organismo Notificato entro il 30.09.2004.

Nel caso il produttore del calcestruzzo proiettato utilizzi aggregati autoprodotti, in assenza di marcatura CE dovrà comunque presentare copia di documenti di prova corrispondenti a quanto previsto dalla UNI EN 12620.

La dimensione massima dei granuli dovrà essere compresa tra 10 e 15 mm. Essi dovranno essere costituiti da almeno due classi granulometriche separate in caso di diametro massimo pari a 10 mm e da almeno tre classi granulometriche separate in caso di diametro massimo compreso tra 10 e 15 mm.

I fusi granulometrici consigliati per aggregati aventi  $D_{max}$  10, 12.5 e 15 mm sono riportati nella Tabella seguente.

*Tabella Fusi granulometrici per  $D_{max}$  10; 12.5 e 15 mm*

diametro (mm)	percentuali passanti		
	D 10	D 12,5	D 15
15	100	100	97-100
12,5	100	97-100	94±3
10	97-100	92±3	89±3
8	92±3	86±3	82±3
4	74±3	70±3	67±3
2	56±3	52±3	50±3
1	41±3	38±3	37±3
0.5	28±3	26±3	25±3
0.25	15±2	15±2	15±2

### **16.15.7.3      *Acqua***

L'acqua d'impasto dovrà avere le stesse caratteristiche previste in Capitolato per i calcestruzzi ordinari (Sezione "Opere in conglomerato cementizio gettato in opera").

### **16.15.7.4      *Additivi***

#### *Superfluidificanti*

L'additivo superfluidificante, da impiegarsi necessariamente, deve essere conforme alle prescrizioni delle Norme UNI EN 934-2. Esso sarà specificamente formulato per ridurre il rapporto acqua/cemento e migliorare la pompabilità del calcestruzzo. La sua formulazione sarà a base di polimeri acrilici, non solfonati, e sarà totalmente privo di formaldeide. Una dichiarazione/documentazione tecnica in tal senso del suo produttore verrà consegnata in copia alla Direzione Lavori.

L'additivo superfluidificante, comparato ad un calcestruzzo di riferimento che ne sia privo, confezionato con lo stesso cemento di cui si preveda l'impiego per il calcestruzzo spruzzato, dovrà rispondere ai requisiti minimi di tabella

*Tabella – requisiti dell'additivo superfluidificante*

Prescrizioni	cls	dos. add.vo
	riferimento	1% in peso
rapporto acqua/cemento	0,60	0,45
riduzione d'acqua a parità di slump	-	20%
abbassamento al cono iniziale	20	20
abbassamento al cono dopo 30'	-	19
abbassamento al cono dopo 60'	-	16
resistenza a compressione (%)    a 1 gg	100	200
resistenza a compressione (%)    a 7 gg	100	180
resistenza a compressione (%)    a 28 gg	100	160

#### *Accelerante di presa*

L'additivo accelerante, da impiegarsi necessariamente, deve essere conforme alle prescrizioni delle Norme UNI EN 934-2.

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche. Una delle funzioni dell'additivo accelerante è di conferire al calcestruzzo proiettato capacità autoportante.

Gli acceleranti, da impiegare con dosaggio non maggiore di 12% in massa sulla massa del cemento, dovranno garantire:

- il soddisfacimento delle prescrizioni progettuali relative alle prestazioni fisico-meccaniche del calcestruzzo proiettato;
- la resistenza a compressione, a 28 giorni, superiore o uguale alla minima richiesta dal progetto o dal capitolato.

- per lo spritz temporaneo, l'eventuale calo di resistenza indotto dall'additivo non deve pregiudicare il mantenimento delle prescritte resistenze minime a compressione anche dopo 180 giorni dalla proiezione;
- per gli spritz strutturali non devono essere presenti effetti di riduzione della resistenza dovuta all'additivo nel tempo;
- il rispetto delle leggi vigenti in materia di igiene e sicurezza sul luogo di lavoro e di inquinamento ambientale;
- una bassa percentuale di eluati nelle acque di percolazione per evitare l'intasamento dei sistemi drenanti in galleria.

L'efficacia e il dosaggio di questi additivi dovranno essere determinati mediante prove preliminari in condizioni analoghe a quelle operative.

Al fine di evitare ogni rischio di rilasciare nei terreni sostanze alcaline ed assicurare comunque: un rapido sviluppo delle resistenze, impermeabilità e durabilità, l'accelerante di presa deve essere privo di alcali (alkali-free) con un contenuto di  $\text{Na}_2\text{O} + 0,64 \text{ K}_2\text{O}$  equivalente o minore dell'1% in massa. E' fatto pertanto divieto di impiegare acceleranti a base di silicati.

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.

Gli acceleranti non dovranno contenere più dell'1% di solfati (espressi come  $\text{SO}_3$ ) sulla massa del cemento, mentre la quantità totale di solfati nella massa del calcestruzzo (come  $\text{SO}_3$ ) dovrà essere minore di 4,5%;

Nei calcestruzzi proiettati esposti ad attacco solfatico invece:

la quantità totale di alluminati contenuti negli additivi acceleranti di presa (espressi come  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dovrà essere minore dello 0,6% in massa del contenuto di cemento.

Nel caso di acceleranti privi di alcali tale limite può essere incrementato all' 1%.

#### Autostagionante

E' richiesto l'impiego di un additivo "autostagionante".

#### Additivo per la proiezione

Deve essere conforme alle prescrizioni della Norma prEN 934-5.

#### Coesivizzante

Allo scopo di far rapprendere la miscela fresca in modo che il calcestruzzo proiettato possa autosostenersi, anche con elevato spessore, può esser previsto l'impiego di un additivo coesivizzante.

#### Altri eventuali additivi

Se si prevede l'utilizzo di additivi particolari quali inibitori temporanei di presa o coadiuvanti di pompaggio non contemplati nelle norme UNI di riferimento, la loro efficacia e dosaggio dovranno essere determinate mediante prove preliminari in condizioni analoghe a quelle operative.

#### **16.15.7.5 Aggiunte**

E' richiesto l'impiego di fumo di silice rispondente ai requisiti della prEN13263.



#### **16.15.7.6 Armature metalliche**

Si faccia riferimento a quanto prescritto su tale tema nella Sezione “Calcestruzzi”.

#### **16.15.7.7 Fibre sintetiche**

Al fine di aumentare la coesione del materiale proiettato e di ridurre la formazione delle fessure, è richiesto l'impiego di fibre sintetiche.

La fibra in materiale sintetico ad alta massa molecolare, ricavata da un film fibrillato, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- spessore: minore di 80 micron;
- lunghezza: compresa tra 6 e 18 mm;
- tenacità: non minore di  $500 \text{ N/mm}^2$ ;
- modulo elastico: non minore di  $14000 \text{ N/mm}^2$ .
- tenacità: non minore di  $350 \text{ N/mm}^2$ ;

Su ogni singola confezione (sacchetto, scatola, sacco) dovrà essere stampigliata la sigla commerciale, la massa contenuta, la data e il luogo di produzione e il riconoscimento della partita al fine di individuare univocamente il materiale.

#### **16.15.8 Caratteristiche della miscela base**

##### **16.15.8.1 Composizione della miscela**

L'Impresa, coerentemente a quanto previsto nel Capitolato, è tenuta a valutare le prescrizioni del progetto e le presenti specifiche, quindi ad eseguire lo studio di una miscela teorica che sottoporrà all'approvazione della Direzione Lavori. Con la miscela teorica approvata saranno eseguite le prove preliminari di cui ai successivi capitoli. Una volta che la Direzione avrà definitivamente approvato la miscela sulla base dei risultati così ottenuti, la miscela stessa costituirà la “miscela base” da impiegarsi per la realizzazione dell'opera.

Lo studio della miscela base del calcestruzzo proiettato dovrà tener conto delle prestazioni richieste e delle condizioni ambientali di esercizio.

La composizione della miscela base dovrà rispondere alle prescrizioni della Norma UNI EN 206 con particolare riferimento a:

- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- classe di esposizione;
- diametro massimo degli aggregati;
- classe di consistenza (solo nel caso di proiezione per via umida)
- verifica della classe di resistenza.

I limiti di composizione entro cui sviluppare la miscela base sono forniti dalla tabella.

*Tabella – Limiti di composizione della miscela base*

	u.m.	minimo	massimo
--	------	--------	---------

contenuto di cemento 42,5	Kg/m <sup>3</sup>	430	500
rapporto acqua/cemento	-	-	0,48
superfluidificante acrilico	% su peso cemento (*)	1%	1,3%
accelerante alkali-free	% su peso cemento	5%	8%
autostagionante	Secondo prescrizioni del suo produttore		
altri additivi	Secondo valutazioni dell'Impresa		
fumo di silice (silica fume)	Kg/m <sup>3</sup>	20	-
fibre polipropileniche	Kg/m <sup>3</sup>	2	3
fibre metalliche (**)	Kg/m <sup>3</sup>	-	40
D <sub>max</sub> dell'aggregato	Mm	10	15
slump alla confezione	Mm	200	240
slump dopo 30 minuti	Mm	170	-
(*) salvo che per diverso dosaggio indicato dal suo produttore			
(**) qualora previste in progetto			

La composizione della miscela base dovrà inoltre garantire che il materiale in opera rispetti anche le seguenti prescrizioni:

- nel caso del calcestruzzo proiettato con miscela a secco il rapporto in massa Aggregato / Cemento dovrà essere minore di 6;
- Nel calcolo del rapporto a/c, dovrà essere tenuta in conto la quantità di additivo che supera 3 l/m<sup>3</sup> di calcestruzzo (Norma UNI EN 206);
- lo sviluppo della resistenza a compressione dovrà essere compatibile con le sollecitazioni previste nel Progetto e con i valori caratteristici indicati in tabella .

Tabella – valori caratteristici (soglia 5%) a compressione

tempo dalla proiezione	N/mm <sup>2</sup>
12 h	5
24 h	10
7 gg	23
28 gg	30

## 16.15.9 Modalità di esecuzione

### 16.15.9.1 Confezione della miscela nel processo per via secca.

I costituenti della miscela base (cemento, aggregati, aggiunte, eventuali additivi e fibre), non ancora in grado di interagire, dovranno essere mescolati per il tempo sufficiente a fornire una miscela omogenea.

Dovrà essere assicurata la migliore omogeneità di mescolazione di tutti i componenti e delle fibre in particolare.

La temperatura della miscela base, prima del suo impiego, non dovrà essere compresa tra 5 e 35°C.

Non è consentita la posa in opera del calcestruzzo proiettato a temperature minori di 5°C.

Al fine di assicurare un buon controllo del rapporto acqua/cemento e della consistenza, l'umidità della sabbia non dovrà superare il 6%.

Nel caso di fornitura di premiscelati, dovrà essere assicurata la loro omogeneità all'ingresso della pompa di proiezione; inoltre i materiali dovranno essere immagazzinati in sili chiusi ed impermeabili, per un periodo non maggiore di due mesi.

Nel caso di utilizzo di cementi a presa rapida e ultrarapida, l'umidità della sabbia non dovrà superare il valore del 4%.

Dai sopra citati limiti di umidità delle sabbie, si può derogare se i dati storici di impianto, comparati a quelli di laboratorio, sono in grado di dimostrare che le sonde di rilevazione delle umidità delle sabbie determinano questo parametro con una tolleranza massima del  $\pm 0,5\%$ .

Nel caso di premiscelati, l'umidità degli aggregati, prima della miscelazione, non dovrà essere maggiore dello 0,2%.

In ogni caso deve essere utilizzato un mescolatore fisso di impianto che assicuri la migliore omogeneità di tutti i componenti e, contemporaneamente, riduca le emissioni di polveri.

#### **16.15.9.2      *Confezione della miscela nel processo per via umida***

I costituenti per la realizzazione della miscela base (cemento, aggregati, aggiunte, acqua, additivi e fibre), dovranno essere mescolati per il tempo sufficiente a fornire una miscela omogenea secondo le prescrizioni della Norma UNI EN 206.

L'aggiunta di fibre dovrà essere effettuata in modo da assicurare una distribuzione omogenea nella massa di calcestruzzo.

La temperatura della miscela base prima dell'impiego non dovrà essere minore di  $5 \pm 2^\circ\text{C}$  né maggiore di  $35 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Non dovrà essere consentita la posa in opera del calcestruzzo proiettato a temperature minori di  $5 \pm 2^\circ\text{C}$ .

#### **16.15.9.3      *Trasporto***

Il trasporto della miscela alla pompa di proiezione dovrà avvenire con mezzi che evitino la segregazione dei costituenti.

#### **16.15.9.4      *Attrezzature per la posa in opera***

##### Processo per via secca

- Pompa

La portata e la pressione dell'aria e la velocità di rotazione del rotore della pompa dovranno essere regolabili in funzione della produzione oraria, della lunghezza e del diametro della tubazione.

Tutto il macchinario dovrà essere a tenuta onde ottenere un getto continuo, senza intermittenze con limitata dispersione di polveri nell'ambiente secondo la normativa vigente.

Si noti quanto segue:

- Indicativamente per raggiungere la massima adesione e compattazione, la portata dell'aria dovrà risultare compresa tra 7 e 30 m<sup>3</sup>/minuto in funzione del diametro e lunghezza della tubazione impiegata, e la pressione, misurata nel punto di immissione dell'aria, dovrà risultare compresa tra 350 e 750 kPa.
- Nel caso di prodotti premiscelati la proiezione potrà avvenire con sistemi che non utilizzano la pompa ma una speciale coclea, che regola la quantità del materiale, in pressione nel silo o nel silo conico autocarrato.

- Lancia

La lancia dovrà essere realizzata in maniera da garantire la miscelazione dell'acqua e degli eventuali additivi per la proiezione con gli altri costituenti.

- Dosatore dell'additivo per la proiezione

Qualora l'additivo non sia stato aggiunto nella fase di preparazione della miscela, il dosatore dell'additivo per la proiezione dovrà essere dotato di un sistema di dosaggio proporzionale alla quantità di miscela pompata e dovrà garantire l'immissione dell'additivo stesso nella lancia o nella tubazione.

I dosatori dovranno garantire la quantità dell'additivo ammettendo un'oscillazione massima del 10% sul totale del dosaggio stabilito.

- Acqua

L'acqua dovrà essere immessa alla lancia in quantità costante e dovrà essere garantito il rapporto acqua-legante prescritto. La pressione dell'acqua alla lancia dovrà essere maggiore di 300 kPa e la temperatura della miscela proiettata dopo l'immissione dell'acqua dovrà essere compresa entro i limiti indicati nei paragrafi precedenti.

Nel caso di utilizzo di cementi a presa rapida e ultrarapida, di cui alla nota del precedente punto 16.15.9.1, l'umidità della sabbia (0/4 mm) non dovrà superare il  $3,5 \pm 0,5\%$ . Nel caso di premiscelati l'umidità degli aggregati, prima della miscelazione, non dovrà essere maggiore di 0,2 %. Dovrà inoltre essere utilizzato un premiscelatore per l'abbattimento delle polveri e per favorire, come la lancia, la miscelazione dell'acqua con gli altri costituenti.

### Processo per via umida

- Pompa per calcestruzzo

E' consentito qualunque tipo di pompa purché in grado di garantire un flusso costante di materiale senza intermittenze apprezzabili o che provochino segregazione durante la proiezione. La proiezione della miscela attraverso la lancia dovrà essere ottenuta mediante impiego di aria compressa tale da garantire la proiezione con un getto concentrato, fino alla distanza di 1,5 m dalla lancia.

Indicativamente, per raggiungere la massima adesione e compattazione, la portata dell'aria dovrà essere compresa tra 12 e 30 m<sup>3</sup>/minuto in funzione del diametro della tubazione

impiegata e la pressione, misurata nel punto d'immissione dell'aria, dovrà risultare compresa tra 500 e 700 kPa.

- Lancia

La lancia dovrà essere realizzata in maniera da garantire la miscelazione dell'additivo con gli altri costituenti e dotata preferibilmente di movimento "a pennello".

- Dosatore dell'additivo per la proiezione

Il dosatore dell'additivo dovrà essere dotato di un sistema di dosaggio proporzionale alla quantità di miscela pompata e dovrà garantire l'immissione dell'additivo stesso nella lancia o nella tubazione.

I dosatori dovranno garantire la quantità richiesta dell'additivo ammettendo una oscillazione massima del 10% sul totale del dosaggio stabilito.

- Modi per la proiezione

Di norma dovrà essere utilizzata la proiezione per via umida. Quella per via secca potrà essere impiegata solo dietro esplicita autorizzazione della Direzione Lavori per opere all'esterno e nel rispetto delle norme sulla sicurezza del lavoro, eventualmente anche con l'impiego di prodotti antipolvere.

- Preparazione della superficie d'applicazione

Prima dell'applicazione la superficie dovrà essere preparata eseguendo i seguenti lavori preliminari:

- rimozione di blocchi instabili o materiale incoerente;
- rimozione dello strato incoerente o fortemente degradato;
- preumidificazione della superficie;
- captazione e/o controllo preventivo delle venute d'acqua.

#### **16.15.9.5**      *Posizionamento dell'armatura e inserti*

Le eventuali reti d'armatura dovranno essere posate e fissate in modo da consentire il loro corretto ricoprimento e impedire la formazione di vuoti a tergo.

Le reti d'armatura dovranno essere fissate con almeno 3 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.

Qualora il progetto preveda uno spessore di calcestruzzo proiettato maggiore di 15 centimetri o le condizioni operative producano spessori maggiori di 15 cm, dovrà essere prevista una seconda armatura da fissare con almeno 3 chiodi/m<sup>2</sup>, sul doppio strato già in opera, in modo tale da garantire un copriferro finale di almeno 4 centimetri.

Nel caso d'impiego di reti di armatura disposte in più strati, la distanza fra gli strati dovrà essere compresa fra 30 e 50 mm in relazione al diametro massimo degli aggregati. La distanza fra le reti dovrà essere assicurata da idonei distanziatori in numero adeguato o mediante pre-sagomature delle reti stesse.

Gli inserti quali, ad esempio, canalette di drenaggio, casseforme a perdere ed altri dispositivi che debbano essere inglobati nel calcestruzzo, dovranno essere saldamente fissati e lo spessore del loro ricoprimento dovrà superare i 4 cm.

#### **16.15.9.6**      **Proiezione**

La proiezione dovrà assicurare la massima compattazione ed adesione al supporto mediante una adeguata velocità di uscita della miscela stessa in relazione alla distanza della lancia dal supporto stesso.

La distanza fra la lancia e la superficie da trattare dovrà essere compresa tra 0,5 e 1,5 metri.

La proiezione dovrà avvenire dal basso verso l'alto per passate successive e la lancia dovrà essere mantenuta quanto più possibile perpendicolare alla superficie.

La posa in opera influisce sulla qualità del calcestruzzo proiettato. L'addetto alla lancia deve possedere un'adeguata conoscenza del calcestruzzo proiettato acquisita a seguito di corsi di formazione riguardanti la tecnologia del calcestruzzo proiettato, la sicurezza nei sistemi di scavo, la manutenzione attrezzature ecc.; nonché un addestramento pratico sull'impiego di attrezzature di proiezione.

#### **16.15.9.7**      **Finitura della superficie**

Il controllo della finitura è indispensabile per garantire il necessario copriferro, l'uniformità dello spessore e un regolare supporto all'eventuale impermeabilizzazione.

La finitura della superficie del calcestruzzo proiettato, nel caso di superficie a vista o di supporto all'impermeabilizzazione, dovrà essere tale che il rapporto tra il diametro (anche equivalente) della singola irregolarità e la sua profondità/sporgenza non sia maggiore di 0.10. Tutti gli eventuali spigoli dovranno essere arrotondati con raggio maggiore di 0.30 m.

L'eventuale finitura della superficie dovrà essere eseguita immediatamente dopo il completamento dello strato.

Nel caso l'opera richieda l'esecuzione di giunti di costruzione, questi dovranno risultare ortogonali alla superficie del supporto e dovranno essere realizzati sino a una profondità non minore di un terzo dello spessore dello strato.

#### **16.15.9.8**      **Stagionatura e protezione**

Per la stagionatura e la protezione del calcestruzzo proiettato si dovrà fare riferimento alla Norma UNI EN 206-1.

Un'adeguata stagionatura protetta è necessaria:

- nei lavori all'aperto;
- in caso di riparazione di murature;
- nel rinforzo di vecchie strutture;
- quando é richiesta una perfetta adesione alla superficie d'applicazione;
- in caso di forte ventilazione.

I prodotti filmogeni stagionanti non potranno essere utilizzati qualora sia prevista l'applicazione di uno strato successivo.

I prodotti filmogeni stagionanti dovranno essere conformi alle Norme UNI da 8656 a 8660. La loro idoneità dovrà essere verificata mediante prove preliminari prima dell'inizio dei lavori.

#### **16.15.10 Controlli di qualità**

Vale quanto riportato nella Sezione “Calcestruzzi”, salvo le ulteriori prescrizioni di seguito riportate.

##### **16.15.10.1 Controlli di conformità**

I controlli di conformità periodici in corso d'opera servono a verificare la corrispondenza tra le caratteristiche del calcestruzzo proiettato in opera e quelle definite in sede di qualificazione.

I campioni di calcestruzzo dovranno essere scelti casualmente e prelevati secondo UNI 9416.

Il campionamento dovrà essere fatto su ciascuna famiglia di calcestruzzi prodotti in condizioni ritenute uniformi.

In relazione al tipo di impiego cui è destinato il calcestruzzo proiettato, la minima frequenza di campionamento dovrà essere conforme a quanto indicato nella seguente Tabella ove non più restrittivamente prescritto dalle Specifiche di progetto.

In corso d'opera, la frequenza scelta, riferita ai metri quadrati applicati o al periodo di tempo preso in considerazione, dovrà essere quella che fornisce il numero più elevato di campioni.

*Tabella - Frequenza dei controlli in corso d'opera in relazione a m<sup>2</sup> prodotti o al periodo di produzione*

PROVA	Permanente Strutturale
Spessore (media di 4 saggi)	500
Contenuto di fibre nel calcestruzzo fresco	2000 1/settimana
Dosaggio dell'additivo per la proiezione	1000 2/mese
Resist. a compress. (stima) del cls giovane	(*)
Resistenza a compressione del cls indurito	500 2/settimana
Contenuto di fibre nel calcestruzzo indurito	500 1/settimana
Penetrazione dell'acqua sotto pressione	(*)
Assorbimento di energia (Tenacità)	(*)

(\*) se richiesto e con la frequenza prescritta dal progetto o su richiesta della Direzione Lavori.

##### **16.15.10.2 Prove sulla miscela base**

- Umidità degli aggregati

L'umidità degli aggregati, prelevati all'impianto prima dell'immissione nel mescolatore secondo le modalità previste dalla Norma UNI EN 932-1, dovrà essere determinata secondo le prescrizioni della Norma CNR UNI 10008 .

- Consistenza della miscela umida

La consistenza degli impasti dovrà essere determinata mediante misura dell'abbassamento al cono secondo la Norma UNI 9418 o misura dello spandimento secondo la Norma UNI 8020 metodo B.

#### **16.15.10.3    *Contenuto d'aria***

Il contenuto di aria occlusa nella miscela umida dovrà essere determinato secondo la Norma UNI 6395.

- Massa volumica

La massa volumica della miscela umida dovrà essere determinata secondo la Norma UNI 12350-6.

- Dosaggio dei costituenti

La verifica della composizione della miscela base dovrà essere effettuata secondo la Norma UNI 6393.

Nel caso vengano impiegate fibre metalliche, la verifica del loro contenuto dovrà essere effettuata con il procedimento riportato nel seguito.

#### **16.15.10.4    *Prove e controlli durante la proiezione***

- Preparazione dei pannelli di prova

Per la preparazione dei pannelli si dovranno utilizzare casseforme di acciaio o di analogo materiale rigido non assorbente.

Le dimensioni minime del fondo della cassaforma dovranno essere di 60x60 cm e l'altezza di almeno 15 cm. L'inclinazione delle pareti laterali dovrà essere di 45° circa. Le casseforme durante la proiezione dovranno essere appoggiate possibilmente sulla parete da rivestire, con inclinazione massima di 20° sulla verticale, e riempite con la medesima attrezzatura, tecnica di proiezione, spessore unitario per passata e distanza di proiezione adottate durante il normale lavoro.

Le casseforme di prova riempite dovranno essere conservate nelle stesse condizioni ambientali delle pareti rivestite e dovranno essere siglate per la successiva identificazione (mix, luogo di proiezione, data, nome dell'operatore).

Le casseforme non dovranno essere movimentate per almeno 16 ore dopo la proiezione e durante il trasporto dovranno essere protette da urti e/o perdite di umidità. pannelli, una volta rimossi dalle casseforme, dovranno essere conservati in condizioni normalizzate o nelle stesse condizioni ambientali delle pareti rivestite in relazione agli accordi stabiliti prima dell'inizio dei lavori.

#### **16.15.10.5    *Dosaggio degli additivi per la proiezione***

La verifica del dosaggio medio di additivo accelerante in percentuale sulla massa del cemento (Da), riferito ad un predefinito intervallo di tempo, dovrà essere calcolata sulla base della seguente relazione:



$$D_a = \frac{100 * M_a}{V_c * D_c}$$

dove:

Ma: massa di additivo consumata nell'intervallo di tempo espressione in[kg];

Vc: volume di calcestruzzo proiettato nell'intervallo di tempo in [m3];

Dc: dosaggio di cemento nella miscela base, espresso in [kg/m3].

#### **16.15.10.6 Verifica dello sfrido**

Lo sfrido prodotto in un prefissato intervallo di tempo dovrà essere determinato raccogliendo il materiale con teli disposti alla base della superficie di getto. La percentuale di sfrido (S), arrotondata alla prima cifra decimale, dovrà essere calcolata mediante la relazione:

$$S = \frac{100 * R}{M_c}$$

dove:

R: massa del materiale raccolto nell'intervallo di tempo [kg];

Mc: massa del calcestruzzo proiettato nell'intervallo di tempo [kg] determinata:

- per pesata del calcestruzzo;
- per valutazione a partire dal volume misurato di calcestruzzo messo in opera e rapportato alla sua massa volumica.

#### **16.15.10.7 Spessore**

La determinazione dello spessore dovrà avvenire esclusivamente per misurazione diretta su campioni di calcestruzzo proiettato indurito prelevati per l'effettuazione delle prove o tramite misura entro fori appositamente eseguiti con fioretto o altra idonea attrezzatura.

Nel caso di spessori minori a quelli minimi previsti nel Progetto si dovrà provvedere al ripristino con un ulteriore strato di calcestruzzo proiettato ovvero, nel caso di mancanza di spessore fino al 20% del minimo previsto, verrà applicata una detrazione sia al prezzo del calcestruzzo proiettato che delle eventuali armature metalliche pari al 10%, ogni 5% o frazione di sottospessore.

#### **16.15.10.8 Prove sul calcestruzzo proiettato giovane**

Tutte le prove indicate a proposito del calcestruzzo proiettato giovane devono essere considerate come indicative e possono essere utilizzate da parte della Direzione Lavori e/o dell'Impresa esclusivamente come supporto quando sia necessario prendere decisioni prima del raggiungimento del prescritto tempo di maturazione.

L'evoluzione della resistenza a compressione del calcestruzzo proiettato giovane dovrà essere determinata tramite metodi di prova indiretti. E' infatti consigliabile che l'estrazione

di carote avvenga solamente quando il materiale ha raggiunto una resistenza di almeno 10 N/mm<sup>2</sup>.

La resistenza del calcestruzzo proiettato alle brevi stagionature potrà essere stimata per correlazione tramite prove di penetrazione con penetrometro modificato e di sparo/estrazione di chiodi (metodi indiretti). Il campo di validità della prova di penetrazione è compreso tra 0 e 1.2 N/mm<sup>2</sup> mentre quello della prova di sparo/estrazione di chiodi tra 2.0 e 15 N/mm<sup>2</sup>.

Per resistenze superiori a 10 N/mm<sup>2</sup> si dovranno prelevare campioni per carotaggio o taglio di provini cubici dal pannello e/o parete (metodo diretto).

Tutte le prove indicate a proposito del calcestruzzo proiettato giovane devono essere considerate come indicative e possono essere utilizzate da parte della Direzione Lavori e/o dell'Impresa come supporto quando sia necessario prendere decisioni prima del raggiungimento del prescritto tempo di maturazione.

- Determinazione della curva di resistenza

La curva di resistenza rappresenta l'andamento delle resistenze meccaniche alla compressione del calcestruzzo proiettato giovane in funzione del tempo per tempi che vanno da pochi minuti fino a 24 ore.

La resistenza meccanica del calcestruzzo giovane dovrà essere stimata con metodi indiretti fino a resistenze di 10 N/mm<sup>2</sup>; per resistenze maggiori si dovrà operare su provini cilindrici ottenuti per carotaggio.

I metodi indiretti permettono di stimare la resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo proiettato attraverso misure di penetrazione, mediante sparo, ed estrazione di chiodi.

Altri metodi indiretti sono ammessi qualora sia documentata l'esistenza di una correlazione fra i risultati ottenuti applicando i metodi citati che sono da considerare come metodi di riferimento.

- Prova di penetrazione con penetrometro Proctor modificato

La resistenza meccanica del calcestruzzo proiettato viene stimata mediante la determinazione della forza necessaria ad introdurre fino alla profondità di  $15 \pm 2$  mm una punta ad ago avente una apertura di  $60^\circ \pm 1^\circ$  ed un diametro di  $3 \pm 0,1$  mm. Il campo di misura effettivo per resistenze del calcestruzzo proiettato giovane è tra 0.2 e 1.2 N/mm<sup>2</sup>.

L'apparecchio di riferimento è il penetrometro descritto nella Norma UNI 7123 dotato di:

- sonda cilindrica con estremità piatta avente superficie pari a circa 65 mm<sup>2</sup> ( $F \approx 9$ mm)
- punta ad ago diametro di  $3 \pm 0,1$  mm con apertura di  $60^\circ \pm 1^\circ$ .

La sonda cilindrica è utilizzabile per prove di confronto mirate a stimare lo sviluppo della presa. L'impiego di questa sonda non consente la stima delle resistenze.

La prova potrà essere eseguita direttamente sul calcestruzzo posto in opera a condizione che lo spessore dello strato sia maggiore di 50mm.

La punta ad ago è fatta penetrare nel calcestruzzo fino alla profondità di 15mm esercitando una spinta continua; particolare attenzione dovrà essere rivolta a non introdurre la punta in corrispondenza di grossi aggregati.

La misura dovrà essere ripetuta per dieci volte entro 60 secondi; i valori delle singole letture e il valore medio dovranno essere registrati su apposito modulo.

- Prova di sparo/estrazione di chiodi

La resistenza meccanica del calcestruzzo proiettato viene stimata mediante la determinazione della forza necessaria ad estrarre chiodi di dimensione e caratteristiche note ed infissi mediante idonea attrezzatura.

La resistenza a compressione del calcestruzzo dovrà essere correlata al rapporto tra la forza di estrazione e la profondità di penetrazione.

Generalmente questa prova può essere adottata nell'intervallo di resistenza compreso tra 2,0 e 15 N/mm<sup>2</sup>.

In assenza di una curva di calibrazione determinata sperimentalmente per la stima della resistenza a compressione ( $R_{stim}$ ) del calcestruzzo proiettato, si possono utilizzare le seguenti relazioni che correlano il rapporto  $P_{cor}/l$  alla resistenza stimata  $R_{stim}$ :

- nel caso vengano utilizzati aggregati calcarei con dimensione massima 8 mm:  $R_{stim} = (E_{cor}/l + 2.7)/7.69$ ;
- nel caso vengano utilizzati aggregati calcarei con dimensione massima 16 mm:  $R_{stim} = (P_{cor}/l + 0.02)/6.69$ ;
- nel caso vengano utilizzati aggregati silicei con dimensione massima 16 mm:  $R_{stim} = (P_{cor}/l - 3.32)/5.13$ .

Nel caso i valori di resistenza a compressione così determinati siano inferiori a quelli minimi previsti in progetto la Direzione Lavori, dopo aver richiesto la verifica del Progettista sulla stabilità dell'opera, procederà al declassamento di tutto il calcestruzzo proiettato posto in opera compreso tra l'ultima e la successiva prova positiva.

Nel corso delle prove di qualificazione si dovrà verificare l'attendibilità della relazione sopra riportata e delle relative curve di correlazione e nel caso di evidente discordanza si dovrà procedere alla determinazione di nuove curve di correlazione per il mix design in esame.

#### **16.15.10.9 Prove sul calcestruzzo proiettato indurito**

- Resistenza a compressione e massa volumica

La resistenza a compressione, sulle carote prelevati sia dai pannelli di prova che dalla parete, dovrà essere determinata in conformità alla norma UNI 6132.

Le carote da sottoporre a prova di rottura a compressione dopo 1 o 2 giorni dovranno essere prelevate non prima di 20 ore dalla proiezione mentre le altre almeno 48 ore dopo la stessa proiezione.

Lo sviluppo della resistenza a compressione dovrà essere verificato a 1 o 2, 7 e 28 giorni su provini conservati nelle stesse condizioni ambientali della parete.

Ad ogni scadenza dovranno essere provate 5 carote e il valore medio dovrà rispettare il valore determinato in sede di qualificazione.

Le dimensioni e le caratteristiche del pannello di prova dovranno essere tali che la resistenza a compressione dei provini prelevati dalla parete non dovrà scostarsi da quella dei provini ricavati dal pannello di  $\pm 10\%$ .

Il Direttore dei Lavori potrà richiedere eventuali prove e verifiche aggiuntive.

Nel caso vengano riscontrati dopo 28 giorni dalla proiezione valori di resistenza a compressione inferiori a quelli minimi di progetto la Direzione Lavori provvederà ad indicare i provvedimenti necessari fino anche alla rimozione del materiale dalla parete ed alla sua sostituzione.

La massa volumica dovrà essere determinata pesando il campione in aria.

La media dei valori della massa volumica dei provini ricavati dalla parete in sito non dovrà essere inferiore al 97% dei valori misurati sui provini ricavati dalla piastra.

- Determinazione dell'assorbimento di energia di deformazione

Il metodo è applicabile a calcestruzzi proiettati fibrorinforzati per valutarne la capacità di assorbimento di energia di deformazione mediante prova di punzonamento su piastre di dimensioni normalizzate, secondo quanto previsto dalla Norma UNI 6686-1

#### **16.15.11 Modulo di elasticità**

La prova dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI 6556.

##### ***16.15.11.1 Determinazione della resistenza alla penetrazione dell'acqua sotto pressione***

La prova dovrà essere eseguita secondo la norma UNI EN 12390-8.

##### ***16.15.11.2 Resistenza ai cicli di gelo/disgelo***

La determinazione della resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo dovrà essere eseguita secondo la Norma UNI 7087. In alternativa la prova potrà essere eseguita secondo la procedura della Norma ISO/DIS 4846 che determina la perdita di massa, la profondità di scagliamento e la percentuale della superficie scagliata.

##### ***16.15.11.3 Determinazione del contenuto di fibre***

Il metodo è finalizzato alla determinazione del contenuto ponderale di fibre metalliche nel calcestruzzo proiettato allo stato fresco ed indurito.

##### ***16.15.11.4 Calcestruzzo fresco***

Si preleva un campione di calcestruzzo fresco avente una massa di almeno 20 kg, secondo UNI 9416, dopo omogeneizzazione, operando secondo le indicazioni di cui alla UNI 6394 se ne determina la massa volumica  $P_m$  [kg/m<sup>3</sup>];

Dal campione prelevato si ricava un sottocampione di almeno 5 kg sul quale si determina la massa  $M_c$  [kg];

Si versa progressivamente il calcestruzzo sullo staccio da 4mm sovrapposto a quello da 0.125 mm e si procede alla separazione delle parti fini mediante vagliatura a umido;

Si separano e si raccolgono manualmente, utilizzando eventualmente una calamita, le fibre metalliche;

Le fibre metalliche, dopo essere state asciugate e liberate da eventuali residui, vengono pesate, quindi se ne registra la massa  $M_f$  [kg].

#### **16.15.11.5 Calcestruzzo indurito**

Si preleva una massa di circa 5 kg di calcestruzzo proiettato indurito in opera e si procede alla frantumazione del campione fino ad ottenere una pezzatura media dell'ordine del centimetro; si determina e si registra la massa del campione  $M_c$ .

Il campione frantumato viene raccolto in un recipiente in grado di resistere alla temperatura di oltre 900°C. Si riscalda quindi il materiale fino a circa 900°C per almeno 3 ore in muffola.

Il materiale prelevato dalla muffola, ancora caldo, dovrà essere raffreddato bruscamente in acqua e quindi posto sugli stacci impilati. Si procede alla vagliatura a umido come descritto per il calcestruzzo fresco; (separazione e raccolta delle fibre essiccate, determinazione della loro massa  $M_c$ ).

In alternativa alla disgregazione in muffola potrà essere adottata la seguente metodologia:

le carote già utilizzate per la determinazione della massa volumica e della resistenza a compressione sono triturate fino all'ottenimento di un detrito avente dimensione massima dei frammenti di  $\approx 5$  mm. Si determina e si registra la massa del campione così ottenuta ( $M_c$ ). Sulle fibre metalliche, pulite dai grumi di malta cementizia e raccolte utilizzando una calamita, si determina e si registra la massa ( $M_f$ ).

#### **16.15.11.6 Espressione dei risultati**

Il dosaggio di fibre  $D_f$  [Kg/m<sup>3</sup> ] arrotondato alla prima cifra decimale verrà valutato mediante la relazione:

$$D_f = \frac{M_f \cdot P_m}{M_c}$$

dove:

$M_f$  = massa delle fibre in [Kg]

$M_c$  = massa del campione di calcestruzzo proiettato in [Kg]

$P_m$  = massa volumica del calcestruzzo proiettato in [Kg/m<sup>3</sup>]

$D_f$  ( dosaggio delle fibre in Kg/m<sup>3</sup>) =  $M_f \times P_m / M_c$

Per entrambi i metodi di controllo, nel caso di uno scostamento medio in meno del contenuto di fibre rispetto a quello dichiarato, verranno adottati i seguenti provvedimenti contabili:

- scostamento superiore al 10% e inferiore al 30%: il compenso per le fibre verrà ridotto del 20%;
- scostamento superiore al 30%: il calcestruzzo sarà considerato non armato e non verrà corrisposto alcun compenso per le fibre ovvero verrà detratto il corrispettivo per le fibre dal prezzo globale stabilito per il calcestruzzo proiettato.

## 17. IMPERMEABILIZZAZIONE MANUFATTI

### 17.1 GENERALITÀ

Ove i disegni di progetto lo prevedano o quando la Direzione Lavori lo ritenga opportuno si provvederà alla impermeabilizzazione dell'estradosso di manufatti in conglomerato cementizio, interrati e non, quali i volti delle gallerie artificiali, ponti e viadotti, sottovia ecc.

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:

- tra le temperature di esercizio che possono verificarsi nelle zone in cui il manufatto ricade e sempre, comunque, tra le temperature di  $-10^{\circ}$  e  $+60^{\circ}$  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 dal 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;
- 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.

#### **17.2 Manto di impermeabilizzazione realizzato con membrana elastica continua in materiale sintetico epossipoliuretano 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.

##### **17.2.1 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.

##### **17.2.2 Membrana impermeabilizzante sintetica elastica 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):  $1,15 \pm 0,05$  kg/dm<sup>3</sup> (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°).
- 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 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).

### ***17.2.3 Mano d'attacco per il collegamento della membrana***

La mano d'attacco tra membrana e pavimentazione dovrà essere costituita da un bitume modificato con polimeri SBS-R da spruzzare a caldo (  $T \geq 180$  °C) in ragione di circa 0,8 kg/m<sup>2</sup> e le cui caratteristiche sono riportate nelle presenti Norme Tecniche nell'Articolo dedicato alle pavimentazioni in conglomerato bituminoso.

### ***17.2.4 Modalità di applicazione***

Si provvederà 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 kg/m<sup>2</sup>.

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  $2,9 \div 3,1$  kg/m<sup>2</sup> (spessore secco 2,5 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.

La posa in opera dell'intero ciclo impermeabilizzante non verrà effettuata quando, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni meteorologiche 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  $0,8 \text{ kg/m}^2$ .

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 permeametro, a 333 K per 5 h, anche nelle zone di giunto.

### 17.3 Cappa di mastice di asfalto sintetico

#### 17.3.1 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.

Il legante 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.

Il bitume 40/50 dovrà avere un indice di penetrazione (IP) compreso tra  $-0,1 < \text{IP} < +0,1$  calcolato secondo la formula:

$$\text{IP} = \frac{20u - 500v}{u + 50V}$$

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.

Alla stessa prova il mastice prelevato al confezionamento o alla stesa dovrà presentare valori tra 373 e 403 K.

Il 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.

### **17.3.2 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 boiaccia (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.

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), 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.

### ***17.3.3 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 miscelazione 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.

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.

#### **17.4 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

##### ***17.4.1 Caratteristiche dei materiali e prove di accettazione***

Il 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.

##### ***17.4.1.1 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>.

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° con umidità relativa pari al 65% sarà pari a circa 3 ore.

#### **17.4.1.2 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.

#### **17.4.1.3 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
- 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

### **17.4.2 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 kg/m<sup>2</sup>
  - guaina di spessore non minore di 4 mm < 4,300 kg/m<sup>2</sup>
- comportamento a trazione (UNI 8202/8):
  - resistenza longitudinale ≥ 18 kN/m
  - resistenza trasversale ≥ 16 kN/m
  - allungamento a rottura ≥ 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 sopportato su sfera Ø 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 mm
- impermeabilità all'acqua (UNI 8202/21) > 100 kPa
- stabilità di forma a caldo (UNI 8202/18) ≥ 140 °C
- 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 del 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.

### **17.4.3 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:

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.

**17.5 Manto di impermeabilizzazione continuo realizzato in opera con bitume modificato con elastomeri ed armato con tessuto non tessuto**

**17.5.1 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 agogliatura 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:



- Peso del tessuto non tessuto  $\geq 200 \text{ g/m}^2$ ;
- 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.

### **17.5.2 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  $1,0 \div 1,5 \text{ kg/m}^2$ , 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.

### **17.6 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 impalcato in acciaio a piastra ortotropa

#### **17.6.1 Pianificazione**

Prima di iniziare i lavori sul campo, il 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:

#### **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.

### ***17.6.2 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 i suoi angoli, i suoi bordi, gli elementi che lo delimitano ed i particolari che lo compongono.
- Stabilità meccanica sotto lo sforzo dei carichi del traffico sia per azioni di compressione, che taglianti, 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.

### ***17.6.3 Materiali***

#### ***17.6.3.1 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.

#### ***17.6.3.2 Abrasivo minerale***

Verrà impiegato per le eventuali operazioni di sabbatura 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.

### ***17.6.3.3 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 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).

### ***17.6.4 Esecuzione del lavoro***

#### ***17.6.4.1 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.

#### ***17.6.4.2 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.

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.

### **17.7 SPECIFICHE DI CONTROLLO**

Prima di procedere alle operazioni di posa in opera delle impermeabilizzazioni, il 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.

### **17.8 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.

### **17.9 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.

#### **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 le 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 rappezzo 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.

## 18.PAVIMENTAZIONI

### 18.1 GENERALITA'

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%, raccordate in asse da un arco di cerchio avente tangente di m 0.50.

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 rettilinei 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, da eseguirsi presso i Laboratori autorizzati.

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.

La pavimentazione stradale sui ponti deve sottrarre all'usura ed alla diretta azione del traffico l'estradosso del ponte e gli strati di impermeabilizzazione su di esso disposti.

Allo scopo di evitare frequenti rifacimenti, particolarmente onerosi sui viadotti, tutta la pavimentazione, compresi i giunti e le altre opere accessorie, deve essere eseguita con materiali della migliore qualità e con la massima cura esecutiva.

Di norma la pavimentazione stradale sui viadotti deve essere tale da non introdurre apprezzabili variazioni di continuità rispetto alla strada nella quale il viadotto è inserito.

### 18.2NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I lavori saranno eseguiti in accordo alla normativa vigente.

In particolare, ma non limitatamente, l'Impresa dovrà rispettare le prescrizioni e adempiere agli obblighi derivanti dalle seguenti leggi e normative:

- CNR fascicolo 4/1953 "Pietrischi, pietrischetti, graniglie, sabbie e additivi per costruzioni stradali"
- ASTM D 1883/61T
- CNR-UNI AASHTO "Prove sui materiali stradali – Indice di portanza CBR di una terra"
- AASHTO T 180-57
- CNR fascicolo 2411974 "Norme per l'accettazione dei bitumi per usi stradali"
- Norme svizzere VSS-SNV 70317
- CNR fascicolo 36/1973 "Stabilizzazione delle terre con calce"
- Circolare Min. LL.PP. 117/7/1987 n. 2337 "Provvedimenti per la sicurezza stradale. Barriere stradali – Specifica per l'impiego delle barriere in acciaio"
- R.D. 16/11/1939 n. 2230 "Norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico"
- R.D. 16/11/1939 n. 2231 "Norme per l'accettazione delle calci"
- Decreto 30/4/1992 n. 285 "Nuovo codice della strada"
- DPR 16/12/1992 n. 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada".
- UNI EN 933:2012 "Prove per determinare le caratteristiche geometriche degli aggregati"
- UNI EN 1097:2010 "Prove per determinare le proprietà meccaniche e fisiche degli aggregati"
- UNI EN 1367:2007 "Prove per determinare le proprietà termiche e la degradabilità degli aggregati";
- UNI EN 12697 "Miscele bituminose - Metodi di prova per conglomerati bituminosi a caldo";
- UNI EN 13036-7:2004 "Caratteristiche superficiali delle pavimentazioni stradali ed aeroportuali - Metodi di prova - Parte 7: Misurazione dell'irregolarità delle pavimentazioni: misura con il regolo";
- UNI EN 13242:2008 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade";
- UNI EN 13286 "Miscele non legate e legate con leganti idraulici";

Dovranno essere inoltre rispettate le seguenti norme:

<b>Bitumi e leganti bituminosi</b>		
Specifiche per i bitumi per applicazioni stradali		<i>Norma UNI EN 12591:2002</i>
Campionamento di leganti bituminosi		<i>Norma UNI EN 58:2005</i>
Preparazione dei campioni di prova		<i>Norma UNI EN 12594:2002</i>
Determinazione della penetrazione con ago		<i>Norma UNI EN 1426:2002</i>
Determinazione del punto di rammollimento – metodo biglia ed anello		<i>Norma UNI EN 1427:2002</i>
Determinazione del punto di rottura secondo il metodo Fraass		<i>Norma UNI EN 12593:2001</i>
Determinazione della viscosità dinamica di un bitume modificato – parte 2 Metodo dei cilindri coassiali		<i>Norma UNI EN 13702-2:2004</i>
Determinazione delle caratteristiche a trazione dei bitumi modificati, utilizzando il metodo della trazione tramite duttilometro		<i>Norma UNI EN 13589:2004</i>
Determinazione della solubilità		<i>Norma UNI EN 12592:2002</i>
Determinazione del contenuto di paraffina – Metodo per distillazione		<i>Norma UNI EN 12606-1:2002</i>
Determinazione della resistenza all'indurimento per effetto del calore e dell'aria – Metodo RTFOT		<i>Norma UNI EN 12607-1:2002</i>
Determinazione della stabilità allo stoccaggio di un bitume modificato		<i>Norma UNI EN 13399:2004</i>
<b>Emulsioni bituminose</b>		
Determinazione mediante distillazione del legante recuperato e degli olii flussanti nelle emulsioni bituminose		<i>Norma UNI EN 1431:2002</i>
Determinazione della polarità delle particelle delle emulsioni bituminose		<i>Norma UNI EN 1430:2002</i>
Determinazione dell'adesività di emulsioni bituminose mediante la prova di immersione in acqua - Metodo degli aggregati		<i>Norma UNI EN 13614:2005</i>

### 18.3 NORME DI MISURAZIONE

L'esecuzione delle pavimentazioni stradali di cui al presente appalto è ricompresa e compensata nelle relative voci di elenco prezzi che si applicano all'esecuzione dell'opera oggetto del presente Capitolato.

Per quanto riguarda ulteriori attività diversamente regolate, la misurazione delle pavimentazioni stradali ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro quadrato, metro cubo e metro lineare.

Per quanto riguarda la segnaletica, essa sarà ricompensata a misura in ragione della tipologia messa in atto.

Nei prezzi di realizzazione delle pavimentazioni e delle opere stradali accessorie si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la provvista sul luogo d'impiego e stesa di misto granulare anidro, stabilizzato a cemento, bitumato (tout-venant trattato)
- la provvista sul luogo d'impiego e stesa di emulsione bituminosa



- la provvista sul luogo d'impiego e stesa di calcestruzzo bituminoso per strato di collegamento e di usura
- la provvista sul luogo d'impiego e stesa di mano di ancoraggio per tappeti di usura
- la compattazione con rullo pesante o vibrante
- la regolarizzazione e rullatura con rullo di adatto peso, statico o vibrante
- quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla realizzazione di pavimentazioni stradali.

Nell'eventualità che durante la rimozione dei materiali lapidei di proprietà degli Enti Territoriali o Enti Terzi si verificassero rotture del materiale stesso, l'Impresa avrà l'onere di rifondere il danno con la fornitura di nuovo materiale. Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285, aggiornato con d.l.vo 10 sett. 1993 n. 360, D.P.R. 19 apr. 1994 n. 575, d.l.vo 4 giugno 1997 n. 143, legge 19 ott. 1998 n. 366, d.m. 22 dic. 1998 e successive modificazioni.

#### 18.4 PRESCRIZIONI ED ONERI GENERALI

- Durante l'esecuzione dei lavori dovrà essere predisposta a cura e sotto responsabilità dell'Impresa idonea segnaletica stradale di preavviso di lavori in corso ed i ripari della zona stradale in cui viene effettuato l'intervento secondo i disposti del Decreto Legislativo 30 aprile 1992 n. 285, aggiornato con d.l.vo 10 sett. 1993 n. 360, D.P.R. 19 apr. 1994 n. 575, d.l.vo 4 giugno 1997 n. 143, legge 19 ott. 1998 n. 366, d.m. 22 dic. 1998, D.L 27 giugno 2003, n.151 e successive modificazioni, D.P.R. 16/12/92 n° 492 "Regolamento di Esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada". D.P.R. 16 settembre 1996 n° 610 e s.mi. riportante altresì gli estremi dell'autorizzazione.
- Ciascuna Società/Ente in quanto committente dei lavori dovrà attenersi ai dispositivi del D.Ivo 81/08 e le indicazioni imposte dal proprio responsabile della sicurezza.
- I segnali ed i ripari, che dovranno essere visibili a conveniente distanza, dovranno essere mantenuti fino all'ultimazione del ripristino.
- A norma delle vigenti regolamentazioni in merito, tutti i segnali ed i ripari dovranno riportare ben visibile il nome dell'Impresa esecutrice dei lavori: all'inizio del cantiere dovrà altresì essere apposto un cartello portante l'indicazione: "LAVORI ESEGUITI PER CONTO DI ...", accompagnata dalla denominazione dell'Ente, Azienda, Società per conto della quale sono eseguiti i lavori.
- Dovranno altresì essere collocati tutti gli eventuali segnali di preavviso e di dedicazione con l'indicazione dei percorsi alternativi.
- Per quanto riguarda i materiali per le pavimentazioni stradali, sarà cura dell'Impresa eseguire tutte le prove ed i controlli di qualità previsti dalle Specifiche di Controllo Qualità così come quelli che, in base a motivate esigenze tecniche, la Direzione Lavori ritenesse necessari per assicurare la rispondenza del lavoro eseguito agli standards qualitativi prefissati.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere alla fornitura ed al trasporto dei materiali provenienti da cave esterne, in aggiunta a quelli provenienti dagli scavi. La ricerca ed il

reperimento delle cave dovranno essere basati su una accurata valutazione temporale e quantitativa dei materiali necessari.

- La provenienza ed il tipo di materiali da utilizzare devono essere preventivamente comunicati alla Direzione Lavori.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere all'aerazione ed alla fornitura dell'acqua necessaria per ottenere l'umidificazione ottimale, ai fini della compattazione, degli strati di fondazione delle pavimentazioni stradali.
- Sarà cura dell'Impresa acquisire la preventiva qualifica, da trasmettere alla Direzione Lavori, relativamente agli impianti di preparazione dei conglomerati bituminosi che intende utilizzare.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere alla segnaletica prevista dal Codice della Strada e relativo regolamento;
- Sarà cura dell'Impresa provvedere agli oneri relativi alla presenza di canalizzazioni pubbliche nel luogo del lavoro e alla presenza della mano d'opera degli Enti proprietari impiegata per i necessari lavori di spostamento e/o sistemazione delle canalizzazioni stesse.
- Sarà cura dell'Impresa provvedere a tutti gli adempimenti (autorizzazioni, deviazioni temporanee, ripristini, imbocchi in fogne e collettori esistenti, etc.) previsti dalle leggi e normative vigenti relativamente alla effettuazione dei lavori ed all'esercizio della viabilità interferita, con particolare riguardo alla viabilità autostradale.

## 18.5 TIPOLOGIE E CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

La pavimentazione stradale sarà di diversa tipologia in funzione dell'ubicazione della stessa, distinguendo

a) Pavimentazione di tipo A: per Viadotti - spessore complessivo pari a 10 cm:

- |                                    |      |
|------------------------------------|------|
| ▪ Tappeto di usura in splittmastix | 4 cm |
| ▪ Binder:                          | 5 cm |
| ▪ Strato di protezione             | 1 cm |

b) Pavimentazione tipo B: per Viabilità collegamento cantiere:

- |                    |       |
|--------------------|-------|
| ▪ Tappeto di usura | 5 cm  |
| ▪ Binder           | 6 cm  |
| ▪ Strato di base   | 10 cm |
| ▪ Misto cementato  | 25 cm |

c) Pavimentazione tipo C: per Piazzale/imbocco (pavimentazione per strada di categoria A:Autostrade):

- |                                    |      |
|------------------------------------|------|
| ▪ Tappeto di usura in splittmastix | 4 cm |
| ▪ Binder                           | 5 cm |

- |                                |       |
|--------------------------------|-------|
| ▪ Strato di base               | 10 cm |
| ▪ Misto cementato              | 20 cm |
| ▪ Misto granulare stabilizzato | 20 cm |

Per le pavimentazioni da realizzare in ambito competenza SITAF, ovvero sugli impalcati e sul tratto di piazzale/imbocco per il futuro collegamento con la viabilità ordinaria, il bitume da utilizzare è modificato.

## 18.6 RIMOZIONE DEGLI STRATI DI PAVIMENTAZIONE

### 18.6.1 Operazioni preliminari

Lungo i tratti in corrispondenza dei quali si dovrà effettuare la rimozione di strati della pavimentazione esistente, l'Impresa dovrà dapprima provvedere, lungo il perimetro dell'area da rimuovere, al taglio dello spessore di sovrastruttura costituita da miscele legate (a bitume o a legante idraulico), secondo sagoma prestabilita, mediante l'impiego di macchine speciali a lama diamantata e con flusso continuo di acqua di raffreddamento.

Successivamente l'Impresa dovrà provvedere alla rimozione dello spessore di pavimentazione indicato negli elaborati di progetto.

### 18.6.2 Fresatura

Per la rimozione degli strati legati a bitume l'Impresa dovrà adoperare frese meccaniche aventi caratteristiche tecniche ed operative approvate preventivamente dalla Direzione Lavori. La rimozione degli strati legati a bitume dovrà avvenire per fasi, avendo cura di rimuovere separatamente gli strati di usura, di collegamento e di base, che dovranno quindi essere separatamente destinati alle lavorazioni necessarie per il loro reimpiego. In alternativa, essi dovranno essere destinati al rifiuto.

Il trasporto del materiale fresato avverrà a cura e spese dell'Impresa che dovrà concordare con la Direzione Lavori i luoghi di destinazione. Il materiale fresato dovrà essere trattato secondo la normativa vigente relativamente ai rifiuti (T.U. Ambiente)

### 18.6.3 Demolizione

Per la rimozione degli strati inferiori della pavimentazione, non legati o stabilizzati (con cemento o con bitume), potranno essere impiegati appositi macchinari, quali ripper, escavatori e demolitori, aventi caratteristiche approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Il trasporto del materiale proveniente dalla demolizione degli strati inferiori della pavimentazione avverrà a cura e spese dell'Impresa che dovrà concordare con la Direzione Lavori i luoghi di destinazione.

### 18.6.4 Accorgimenti operativi

Tanto le operazioni di fresatura quanto quelle di demolizione dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro, e da evitare qualsiasi danneggiamento ad elementi accessori quali marciapiedi laterali, sottoservizi, cordoli laterali in calcestruzzo, barriere di sicurezza e segnaletica verticale.

Nel caso di danno fortuito a tali elementi, le operazioni di ripristino delle condizioni originarie saranno a cura e a spese dell'Impresa.

A meno di diversa indicazione da parte della Direzione Lavori, durante le operazioni di rimozione e demolizione di strati della pavimentazione dovrà essere garantita la continuità del transito dei veicoli, che in ogni caso dovrà essere costantemente mantenuto a cura e spese dell'Impresa, la quale dovrà, allo scopo, adottare tutti gli accorgimenti organizzativi e tecnici necessari.

## **Controlli**

Il controllo delle operazioni di rimozione di strati della pavimentazione dovrà essere effettuato mediante prove eseguite in sito sulla superficie risultante dalle operazioni di fresatura o di demolizione.

L'ubicazione e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella seguente.

Al termine delle operazioni di fresatura o di demolizione, la superficie dello scavo, dopo essere stata sottoposta a trattamento di pulizia mediante apposita attrezzatura, dovrà presentarsi perfettamente piana, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 5 mm nel caso di fresatura ed a 10 mm nel caso di demolizione. Tali scostamenti verranno controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali (UNI EN 13036-7).

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

Difetti di regolarità o il mancato rispetto delle quote e sagome trasversali di progetto dovranno essere corretti, a cura e spese dell'Impresa, prima della messa in opera degli strati superiori.

La verifica dello spessore di pavimentazione rimosso mediante fresatura o demolizione verrà effettuata mediante rilievi manuali eseguiti in corrispondenza del bordo interno ed esterno dello scavo. In questo caso si utilizzeranno passi di misura raddoppiati rispetto ai rilievi topografici, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 40 metri nei tratti a curvatura costante e non superiore a 10 metri nei tratti a curvatura variabile.

### *Ubicazione e frequenza delle prove (rimozione di strati della pavimentazione esistente)*

<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO O PROVA</b>	<b>FREQUENZA</b>	<b>GRANDEZZE VALUTATE</b>
	Superficie dello scavo	Giornaliera e almeno ogni 100 m di stesa	Regolarità superficiale
	Superficie dello scavo	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante, ogni 50m nei tratti a curvatura variabile	Quote di progetto e sagoma trasversale
	Bordo interno ed esterno dello scavo	40 m nei tratti a curvatura costante, ogni 10 m nei tratti a curvatura variabile	Spessore di scavo

## 18.7 STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO GRANULARE

Lo strato di fondazione in misto granulare è costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego appartenenti a varie classi granulometriche, eventualmente corretti mediante l'aggiunta o la sottrazione di determinate frazioni granulometriche, selezionati e combinati in modo tale da rispettare le prescrizioni di seguito riportate.

Tale strato dovrà avere spessore di 20 cm.

### 18.7.1 Materiali costituenti e loro qualificazione

Gli aggregati lapidei utilizzati per la costituzione della miscela in misto granulare dovranno essere identificati secondo quanto stabilito dalla Norma UNI EN 13242. In particolare, agli aggregati grossi ed agli aggregati fini verrà associata la denominazione d/D, ove d è la dimensione (in mm) dello staccio inferiore e D è quella (in mm) dello staccio superiore.

I criteri di accettazione vengono differenziati a seconda che si tratti di aggregati grossi (con  $d \geq 1$  e  $D > 2$ ) o di aggregati fini ( $d = 0$  e  $D \leq 6,3$ ).

L'aggregato grosso potrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massiva o di origine alluvionale, oppure da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatte le prescrizioni indicate nella tabella seguente.

#### Prescrizioni relative agli aggregati grossi per misto granulare

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13242
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 30$	LA <sub>30</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	$\geq 90$	C <sub>90/3</sub>
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	63	-
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 1$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 20$	FL <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	$\leq 1,5$	WA <sub>242</sub>

L'aggregato fine potrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione, purché siano soddisfatte le prescrizioni indicate nella tabella seguente.

#### Prescrizioni relative agli aggregati fini per misto granulare

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13242
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 50$	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 7$	f <sub>7</sub>

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti. Tale certificazione dovrà essere rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

### **18.7.2 Miscela di aggregati**

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del misto granulare dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso di accettazione riportato in tabella seguente. Gli stacci cui si fa riferimento sono quelli appartenenti al gruppo base più gruppo 2 indicato nella Norma UNI EN 13242.

#### *Prescrizioni relative alla curva granulometrica del misto granulare*

<b>Apertura dello staccio [mm]</b>	<b>Passante [%]</b>
63	100
40	84-100
31,5	75-100
20	60-90
16	52-85
14	48-82
12,5	44-79
10	37-74
8	30-69
6,3	27-64
4	21-54
2	15-40
1	12-33
0,5	9-27
0,063	2-14

La dimensione massima dell'aggregato non dovrà in ogni caso superare la metà dello spessore dello strato di misto granulare ed il rapporto tra il passante allo staccio da 0.063 mm ed il passante allo staccio da 0.5 mm dovrà essere inferiore a 2/3.

L'indice di portanza CBR (come da Norma UNI EN 13286-47), all'umidità ottima di costipamento determinata con procedura Proctor ed energia AASHTO modificata (come da Norme UNI EN 13286-2 ed UNI EN 13286-50), dopo quattro giorni di imbibizione in acqua non dovrà essere minore di 30. È inoltre richiesto che tale condizione sia verificata anche per variazioni assolute positive e negative dell'umidità, rispetto a quella ottimale di costipamento, pari al 2%.

I diversi componenti, ed in particolare gli aggregati fini, dovranno essere del tutto privi di materie organiche, solubili, alterabili e friabili.

### **18.7.3 Modalità esecutive**

- Accettazione delle miscele di misto granulare

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione della miscela di progetto di misto granulare che intende adottare. Ciascuna miscela di progetto proposta dovrà essere corredata da una documentazione dello studio di composizione

effettuato, che dovrà comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio Ufficiale, attestanti il possesso dei requisiti indicati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** Lo studio di laboratorio dovrà comprendere la determinazione della curva di costipamento con energia AASTHO modificata (come da Norma UNI EN 13286-2) e la relativa determinazione dell'umidità ottima.

Ad ogni variazione delle caratteristiche dei componenti della miscela, dovrà fare seguito un nuovo studio relativo sia ai singoli componenti, sia alla nuova miscela di progetto.

Una volta accettata da parte della Direzione Lavori la miscela di progetto, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad essa, adottando tutte le misure necessarie per rispettare i limiti di variabilità imposti alla granulometria della miscela degli aggregati.

- Confezione e posa in opera del misto granulare

L'Impresa è tenuta a comunicare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, le fonti di approvvigionamento degli aggregati lapidei, le aree ed i metodi di stoccaggio (con i provvedimenti che intende adottare per la protezione dei materiali dalle acque di ruscellamento e da possibili inquinamenti), il tipo di lavorazione che intende adottare, il tipo e la consistenza dell'attrezzatura di cantiere che verrà impiegata.

Il piano di posa dello strato dovrà avere le quote, la sagoma, i requisiti di portanza prescritti ed essere ripulito da materiale estraneo.

Il materiale dovrà essere steso in strati di spessore finito non superiore a 20 cm e non inferiore a 10 cm e dovrà presentarsi, dopo costipamento, uniformemente miscelato in modo da non evidenziare segregazione dei suoi componenti.

L'eventuale aggiunta di acqua, per raggiungere l'umidità prescritta in funzione della densità, dovrà essere effettuata mediante dispositivi spruzzatori. La stesa dovrà essere effettuata con finitrice o con grader appositamente equipaggiato.

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

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

Il materiale pronto per il costipamento dovrà presentare in ogni punto la prescritta granulometria. Per il costipamento e la rifinitura verranno impiegati rulli vibranti, rulli gommati o combinati, tutti semoventi. Per ogni cantiere, i mezzi d'opera e le modalità di costipamento dovranno essere stabiliti prima dell'esecuzione dei lavori e sottoposti all'accettazione della Direzione Lavori.

Il costipamento di ciascuno strato dovrà essere eseguito sino ad ottenere una densità secca in sito (determinata come da Norma CNR 22) tale da soddisfare i requisiti specificati nel sottocapitolo seguente.

- Controlli



Il controllo della qualità dei misti granulari e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti e sulle miscele prelevate in sito al momento della stesa, oltre che con prove eseguite in sito sullo strato finito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella successiva. Ogni prelievo dovrà essere costituito da due campioni; un campione verrà utilizzato per i controlli presso il Laboratorio a tale scopo incaricato, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per la conservazione delle campionature dovranno essere adottati, in cantiere e presso il Laboratorio, tutte le misure necessarie per evitare che essi abbiano ad alterarsi nel tempo.

Per i materiali costituenti dovranno essere verificate le caratteristiche specificate al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Per la miscela di misto granulare verrà determinata la granulometria degli elementi costituenti. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere anche la preparazione di campioni cilindrici come da Norma UNI EN 13286-50 (con energia di costipamento AASHTO modificata) per la determinazione della relativa densità secca.

Con riferimento alla granulometria degli aggregati contenuti nella miscela di progetto (v. punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, saranno ammesse variazioni assolute delle singole percentuali dei passanti ai vari setacci contenute entro il 5% per l'aggregato grosso (diametro superiore a 6,3 mm), ed entro il 2% per l'aggregato fine (diametro inferiore a 6,3 mm). In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli imposti alla distribuzione granulometrica, indicati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Il mancato rispetto di tali requisiti, riferiti alla granulometrica della miscela, comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato in misto granulare, lungo il tratto cui i controlli si riferiscono, a spese dell'Impresa.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli della densità secca in sito (come da Norma CNR 22), della portanza (come da Norma CNR 146), della regolarità superficiale (come da Norma UNI EN 13036-7), delle quote e sagome trasversali di progetto, e dello spessore.

Per ogni miscela di misto granulare messa in opera la densità secca in sito in almeno il 95% dei punti di misura dovrà risultare non inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio, in corrispondenza dell'umidità ottima di costipamento, sulla miscela di progetto. Tale valore di riferimento sarà indicato nello studio di miscela dell'Impresa, sottoposto, prima dell'inizio dei lavori, all'approvazione ed accettazione della Direzione Lavori.

Il mancato rispetto di tale requisito relativo allo stato di addensamento comporterà, nel tratto cui i controlli si riferiscono, la rimozione ed il rifacimento dello strato in misto granulare a spese dell'Impresa. Tale provvedimento potrà essere evitato qualora l'Impresa provveda ad ulteriori lavorazioni dello strato in modo da raggiungere il su indicato limite di accettazione.

Il confronto tra le misure di densità in sito ed i valori ottenuti in laboratorio dovrà essere effettuato operando una correzione di ciascun valore rilevato in sito per tenere conto della presenza di elementi aventi dimensione superiore ai 31,5 mm. A tal scopo si dovrà utilizzare la seguente espressione, mutuata da quella riportata nella Norma CNR 22:

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

ove:

- $\gamma_{d,sito}$  indica la densità secca raggiunta in sito;
- $P_d$  indica il peso secco totale del materiale prelevato nel corso della prova;
- $V$  indica il volume totale occupato dal materiale prelevato in sito;
- $P'_d$  indica il peso secco della frazione trattenuta allo staccio da 31,5 mm;
- $V' = P'_d / \gamma_s$  indica il volume occupato della frazione trattenuta allo staccio da 31,5 mm;
- $\gamma_s$  indica il peso specifico della frazione trattenuta allo staccio da 31,5 mm.

Per quel che riguarda la portanza, sullo strato finito in misto granulare verranno eseguite prove di carico su piastra immediatamente dopo il termine delle operazioni di compattazione. Il valore del modulo di deformazione ( $M_d$ ), rilevato in corrispondenza del primo ciclo di carico e nell'intervallo di pressioni compreso tra 0,15 e 0,25 MPa, non dovrà mai essere inferiore a 100 N/mm<sup>2</sup>.

Il mancato rispetto di tale requisito relativo alla portanza comporterà, nel tratto cui i controlli si riferiscono, la rimozione ed il rifacimento dello strato in misto granulare a spese dell'Impresa. Tale provvedimento potrà essere evitato qualora l'Impresa provveda ad ulteriori lavorazioni dello strato in modo da raggiungere il su indicato limite di accettazione.

Per quel che riguarda la regolarità superficiale, la superficie finita dello strato in misto granulare dovrà risultare perfettamente piana, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali (UNI EN 13036-7).

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

Difetti di regolarità o il mancato rispetto delle quote e sagome trasversali di progetto dovranno essere corretti prima della messa in opera degli strati superiori.

La verifica dello spessore dello strato in misto granulare verrà effettuata mediante rilievi di natura topografica. A tale scopo, prima della posa in opera dello strato, si dovrà provvedere al rilievo delle quote del piano di imposta con modalità del tutto analoghe a quelle previste per la verifica delle quote di progetto dello strato finito. In questo caso si utilizzeranno passi di misura raddoppiati rispetto al caso precedente, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 40 metri nei tratti a curvatura costante e non superiore a 10 metri nei tratti a curvatura variabile. Nella

definizione dei punti di rilievo si avrà cura di farli coincidere con quelli dello strato finito in modo da poter risalire, come differenza tra le quote rilevate, allo spessore dello strato in misto granulare messo in opera.

Per il calcolo dello spessore medio dello strato, da valutare per la medesima miscela (anche posta in opera in più giornate di lavorazione) verranno scartati i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata una detrazione del 5% del prezzo di elenco dello strato in misto granulare per ogni centimetro di materiale mancante. Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto dello strato comporteranno la rimozione ed il rifacimento dello strato in misto granulare, lungo il tratto in questione, a cura e spese dell'Impresa.

Alle detrazioni su riportate dovranno essere aggiunte quelle di natura contabile, derivanti dalla posa in opera di quantitativi di materiali inferiori a quelli previsti in progetto.

*Ubicazione e frequenza di prelievi e prove (misto granulare) (interventi su rilevato o in trincea)*

<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>CAUZIONE PRELIEVO O PROVA</b>	<b>FREQUENZA</b>	<b>GRANDEZZE VALUTATE</b>
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella (Prescrizioni relative agli aggregati grossi per misto granulare)
Aggregato fine	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella (Prescrizioni relative agli aggregati fini per misto granulare)
Miscela	Cantiere di stesa	Giornaliera e almeno ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa.	Curva granulometrica
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa.	Densità secca
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa.	Modulo di deformazione
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 100 m di fascia di stesa	Regolarità superficiale
-	Strato finito	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante, ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile	Quote di progetto e sagoma trasversale
-	Strato finito	Ogni 40 m nei tratti a curvatura costante, ogni 10 m nei tratti a curvatura variabile	Spessore dello strato

## 18.8 STRATI DI FONDAZIONE IN MISTO CEMENTATO

Il misto cementato per strato fondazione dovrà essere costituito da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego (misto granulare), trattata con un legante idraulico (cemento) e acqua in impianto centralizzato.

Tale strato dovrà avere spessore di 20 cm per le pavimentazioni di tipo C (per Piazzale/imbocco) e di 25 cm per le pavimentazioni di tipo B (per Viabilità collegamento cantiere).

### 18.8.1 Materiali costituenti e loro qualificazione

- Aggregati

Gli aggregati sono gli elementi lapidei miscelando i quali si ottiene il misto granulare che costituisce la base del misto cementato. Essi risultano composti dall'insieme degli aggregati grossi (trattenuti al crivello UNI n. 5) e dagli aggregati fini.

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

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

L'aggregato fino dovrà essere costituito da elementi naturali o di frantumazione che possiedano le caratteristiche riassunte nella seguente tabella.

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

Ai fini dell'accettazione da parte del direttore dei lavori, prima della posa in opera, l'impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti prescritti, rilasciata da un laboratorio ufficiale.

- **Cemento**

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

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

I cementi utilizzati dovranno rispondere ai requisiti previsti dalla legge n. 595/1965. Ai fini della loro accettazione, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere controllati e certificati come previsto dal D.P.R. 13 settembre 1993, n. 246 e dal D.M. 12 luglio 1993, n. 314.

- **Acqua**

L'acqua per il confezionamento dovrà essere esente da impurità dannose, oli, acidi, alcali, materia organica, frazioni limo-argillose e qualsiasi altra sostanza nociva. In caso di dubbio sulla sua qualità l'acqua andrà testata secondo la norma UNI-EN 1008.

- **Aggiunte**

È ammesso, previa autorizzazione della direzione dei lavori, l'aggiunta di ceneri volanti conformi alla norma UNI EN 450, sia ad integrazione dell'aggregato fine sia in sostituzione del cemento.

La quantità in peso delle ceneri da aggiungere, in sostituzione del cemento, per ottenere pari caratteristiche meccaniche, dovrà essere stabilita con opportune prove di laboratorio, nella fase di studio delle miscele e comunque non potrà superare il 40% del peso di cemento.

- **Miscele**

La miscela di aggregati (misto granulare) per il confezionamento del misto cementato dovrà avere dimensioni non superiori a 40 mm ed una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella.

Serie crivelli e setacci UNI		Autostrade e strade extraurbane principali	Extraurbane secondarie ed Urbane di scorrimento	Urbane di quartiere extraurbane e urbane locali
		Passante (%)		
Crivello	40	100		100
Crivello	30	80 - 100		-
Crivello	25	72 - 90		65 - 100
Crivello	15	53 - 70		45 - 78
Crivello	10	40 - 55		35 - 68
Crivello	5	28 - 40		23 - 53
Setaccio	2	18 - 30		14 - 40
Setaccio	0.4	8 - 18		6 - 23

Setaccio	0.18	6 - 14	2 - 15
Setaccio	0.075	5 - 10	-

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

Tali percentuali dovranno essere stabilite in base ad uno studio della miscela, effettuato in un laboratorio ufficiale, secondo quanto previsto dalla norma CNR B.U. n. 29/1972. In particolare la miscela adottata dovranno possedere i requisiti riportati nella seguente tabella.

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Resistenza a compressione ( $R_c$ ) a 7 giorni	UNI EN 13286-41	N/mm <sup>2</sup>	$2.5 \leq R_c \leq 4.5$
Resistenza a trazione indiretta ( $R_{it}$ ) a 7 giorni	UNI EN 13286-42	N/mm <sup>2</sup>	$R_{it} \geq 0.25$

Per particolari casi è facoltà della direzione dei lavori accettare valori di resistenza a compressione fino a 7,5 N/mm<sup>2</sup>.

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

### 18.8.2 Modalità esecutive

- Accettazione delle miscele

L'impresa è tenuta a comunicare alla direzione dei lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni, la composizione delle miscele che intende adottare.

Una volta accettato da parte della direzione dei lavori la composizione delle miscele, l'impresa deve rigorosamente attenersi ad essa.

Nella curva granulometrica sono ammessi variazioni delle singole percentuali di  $\pm 5$  punti per l'aggregato grosso e di  $\pm 2$  punti per l'aggregato fino.

In ogni caso non devono essere superati i limiti del fuso.

Per la percentuale di cemento nelle miscele è ammessa una variazione di  $\pm 0.5\%$ .

- Confezionamento delle miscele

Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte e dovrà comunque garantire uniformità di produzione.

- Preparazione delle superfici di stesa

La miscela dovrà essere stesa sul piano finito dello strato precedente dopo che sia stata accertata dalla direzione dei lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma e compattezza prescritti. Prima della stesa dovrà verificarsi che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando la formazione di superfici fangose.

- Posa in opera delle miscele

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

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

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

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

Particolari accorgimenti dovranno adottarsi nella formazione dei giunti longitudinali che andranno protetti con fogli di polietilene o materiale similare.

Il giunto di ripresa dovrà essere ottenuto terminando la stesa dello strato a ridosso di una tavola e togliendo la tavola al momento della ripresa della stesa. Se non si fa uso della tavola si deve, prima della ripresa della stesa, provvedere a tagliare l'ultima parte dello strato precedente, in modo che si ottenga una parete perfettamente verticale.

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

- Protezione superficiale dello strato finito

Subito dopo il completamento delle opere di costipamento e di finitura dello strato, dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1-2 daN/m<sup>2</sup> (in relazione al tempo ed alla intensità del traffico di cantiere cui potrà venire sottoposto) e successivo spargimento di sabbia.

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

Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consentite solo se autorizzate dalla direzione dei lavori.

- Generalità

Il misto cementato dovrà essere confezionato mediante un impianto fisso automatizzato. In ogni caso l'impianto dovrà garantire uniformità di produzione ed essere in grado di

realizzare miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione secondo le tolleranze indicate. A tale scopo l'Impresa, prima dell'inizio dei lavori dovrà presentare alla Direzione Lavori la documentazione attestante la verifica dei sistemi di dosaggio dei vari componenti. Durante l'esecuzione dei lavori la Direzione Lavori potrà richiedere nuove verifiche per accertare l'efficienza e l'affidabilità dell'impianto.

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

Prima della stesa delle miscele di misto cementato, la superficie del sottostante strato di fondazione in misto granulare dovrà essere sottoposto a livellamento e rullatura allo scopo di ottenere una superficie che soddisfi i requisiti di regolarità e di portanza indicati nel relativo articolo delle Norme Tecniche. Si dovrà inoltre verificare che il piano di posa sia sufficientemente umido e, se necessario, provvedere alla sua bagnatura evitando tuttavia la formazione di una superficie fangosa.

La posa in opera del misto cementato verrà eseguita impiegando macchine vibrofinitrici, le quali dovranno lasciare uno strato finito perfettamente sagomato esente da difetti dovuti a segregazione degli elementi litoidi più grossi. Il tempo intercorso tra l'introduzione dell'acqua nella miscela del misto cementato e l'inizio della compattazione non dovrà superare i 60 minuti.

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

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

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

Subito dopo il completamento delle operazioni di compattazione e finitura dello strato dovrà essere applicato un velo protettivo di emulsione bituminosa acida al 55% in ragione di 1 kg/m<sup>2</sup> e successivo spargimento di sabbia.

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



Il transito di cantiere potrà essere ammesso sullo strato a partire dal terzo giorno dopo quello in cui è stata effettuata la stesa e limitatamente ai mezzi gommati. Aperture anticipate saranno consentite solo a seguito di autorizzazione della Direzione Lavori.

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

- Controlli

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

Il prelievo del misto cementato fresco avverrà in contraddittorio al momento della stesa. Sui campioni saranno effettuati, presso un laboratorio ufficiale, i controlli della percentuale di cemento e della distribuzione granulometrica dell'aggregato. I valori misurati in sede di controllo dovranno essere conformi a quelli previsti in progetto. Per la determinazione del contenuto di cemento si farà riferimento alla norma UNI 6395.

Lo spessore dello strato realizzato deve essere misurato, per ogni tratto omogeneo di stesa, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) rilevate sulle carote estratte dalla pavimentazione, scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

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

La densità in situ 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, che potranno essere calcolati 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.

La misura della portanza dovrà accertare che le prestazioni dello strato finito soddisfino le richieste degli elaborati di progetto.

Al momento della costruzione degli strati di pavimentazione sovrastanti, la media dei valori di portanza del misto cementato su ciascun tronco omogeneo, non dovrà essere inferiore a quella prevista in progetto.

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

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

La superficie finita della fondazione non dovrà scostarsi dalla sagoma di progetto di oltre 1 cm, verificato a mezzo di un regolo di 4,00–4,50 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali.

La frequenza del controllo sarà quella ordinata dalla direzione dei lavori.

Ogni prelievo dovrà essere costituito da due campioni; un campione verrà utilizzato per i controlli presso il Laboratorio a tale scopo incaricato, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per la conservazione delle campionature dovranno essere adottati, in cantiere e presso il Laboratorio, tutte le misure necessarie per evitare che essi abbiano ad alterarsi nel tempo.

Sui materiali costituenti dovranno essere verificate le caratteristiche.

Sulla miscela di misto cementato verrà determinata la granulometria degli elementi costituenti. Verranno inoltre preparati campioni cilindrici come da Norma UNI EN 13286-50 (con energia di costipamento AASHTO modificata) per la determinazione della resistenza a compressione a 7 giorni (come da Norma UNI EN 13286-41) e della resistenza a trazione indiretta a 7 giorni (come da Norma UNI EN 13286-42). La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere anche la valutazione, su ulteriori campioni cilindrici preparati con le medesime modalità, della densità secca (come da Norma UNI EN 13286-2).

Con riferimento alla granulometria degli aggregati contenuti nella miscela di progetto, saranno ammesse variazioni assolute delle singole percentuali dei passanti ai vari setacci contenute entro il 5% per l'aggregato grosso (diametro superiore a 6,3 mm), entro il 2% per l'aggregato fino (diametro inferiore a 6,3 mm). In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli imposti alla distribuzione granulometrica, tenuto conto del dosaggio di cemento.

I valori di resistenza a compressione a 7 giorni e di resistenza a trazione indiretta a 7 giorni dovranno rispettare le prescrizioni riportate nella seguente:

*Prescrizioni relative alla caratteristiche meccaniche delle miscele in misto cementato*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Resistenza a compressione ( $R_c$ ) a 7 giorni	UNI EN 13286-41	N/mm <sup>2</sup>	$2.5 \leq R_c \leq 4.5$
Resistenza a trazione indiretta ( $R_{it}$ ) a 7 giorni	UNI EN 13286-42	N/mm <sup>2</sup>	$R_{it} \geq 0.25$

Il mancato rispetto di tali requisiti comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato, e di quelli eventualmente già messi in opera al di sopra di esso, a cura e spese dell'Impresa.

Sullo strato finito saranno effettuati i controlli della densità secca in sito (come da Norma CNR 22), della portanza (come da Norma CNR 146), della regolarità superficiale (come da Norma UNI EN 13036-7), e dello spessore.

Per ciascuna miscela di misto cementato messa in opera (anche in più giornate di lavorazione) la densità secca in sito in almeno il 95% dei punti di misura dovrà risultare non inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto. Tale valore di riferimento sarà indicato nello studio di miscela dell'Impresa, sottoposto, prima dell'inizio dei lavori, all'approvazione ed accettazione della Direzione Lavori.

Il mancato rispetto di tale requisito relativo allo stato di addensamento comporterà, nel tratto cui i controlli si riferiscono, la rimozione ed il rifacimento dello strato in misto a cura e spese dell'Impresa. In ogni caso la Direzione Lavori si riserva la facoltà di fornire ulteriori indicazioni per la eventuale sistemazione dello strato.

Per quel che riguarda la portanza, verranno eseguite prove di carico su piastra in corrispondenza di un periodo di maturazione compreso tra le 3 e 12 ore, valutate a partire dalla fine delle operazioni di compattazione. Il valore del modulo di deformazione  $M_d$ , al 1° ciclo di carico e nell'intervallo compreso tra 0,15 e 0,25 MPa, non dovrà mai essere inferiore a 150 N/mm<sup>2</sup>.

Il mancato rispetto di tale requisito comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato a spese dell'Impresa.

È facoltà della Direzione Lavori richiedere che vengano effettuati ulteriori controlli della portanza dello strato in misto cementato mediante prove con attrezzatura Falling Weight Deflectometer (FWD). Esse dovranno essere eseguite, anche a strato già ricoperto da altri strati, in un periodo compreso tra 7 e 90 giorni dalla stesa. Dai bacini di deflessione si procederà alla back-calculation del modulo elastico dello strato in misto cementato.

In ogni caso, nelle procedure di back-calculation finalizzate alla valutazione del modulo elastico dello strato, si dovrà tenere conto dell'effettivo spessore degli strati sottostanti e di ricoprimento. A tal scopo si dovrà effettuare una misura diretta degli spessori mediante carotaggio e/o con rilievo con attrezzatura Ground Penetrating Radar (GPR). Per garantire una sufficiente significatività di tali determinazioni, il piano di carotaggio e/o di rilievo GPR dovrà essere stabilito in accordo con la Direzione Lavori.

Per quel che riguarda la regolarità superficiale, la superficie finita dello strato in misto cementato dovrà risultare perfettamente piana, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 10 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali (UNI EN 13036-7).

Difetti di regolarità dovranno essere corretti prima della messa in opera degli strati superiori.

La verifica dello spessore dello strato in misto cementato verrà effettuata mediante rilievi di natura topografica. A tale scopo, sullo strato finito si dovrà provvedere al rilievo delle quote con modalità del tutto analoghe a quelle previste per la verifica delle quote di progetto dello strato in misto granulare. In questo caso si utilizzeranno passi di misura raddoppiati rispetto al caso precedente, prevedendo in senso longitudinale un distanziamento massimo dei punti di misura non superiore a 40 metri nei tratti a curvatura costante e non superiore a 10 metri nei tratti a curvatura variabile. Nella definizione dei punti di rilievo si avrà cura di farli coincidere con quelli dello strato di misto granulare in modo da poter risalire, come differenza tra le quote rilevate, allo spessore dello strato in misto cementato messo in opera.

Per il calcolo dello spessore medio dello strato, da valutare per la medesima miscela (anche posta in opera in più giornate di lavorazione) verranno scartati i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco dello strato in misto cementato per ogni centimetro di materiale mancante. Carenze superiori al 20% dello spessore di progetto dello strato comporteranno la

rimozione ed il rifacimento dello strato in misto cementato, lungo il tratto in questione, a spese dell'Impresa.

Alle detrazioni su riportate dovranno essere aggiunte quelle di natura contabile, derivanti dalla posa in opera di quantitativi di materiali inferiori a quelli previsti in progetto.

*Ubicazione e frequenza di prelievi e prove (misto cementato) (interventi su rilevato o in trincea)*

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO O PROVA	FREQUENZA	GRANDEZZE VALUTATE
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. <b>Tabella punto</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. .
Aggregato fino	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. <b>Tabella punto</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..
Acqua	Impianto	Iniziale	v. <b>punto</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..
Cemento	Impianto	Iniziale e nel caso di cambiamento del fornitore.	v. <b>punto</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.
Misto cementato fresco	Vibrofinitrice	Giornaliera e almeno ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa.	Curva granulometrica; Resistenza a compressione e a trazione indiretta a 7 giorni
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa.	Densità secca (in sito)
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa.	Modulo di deformazione Md (prove di carico su piastra)
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 100 m di fascia di stesa	Regolarità superficiale
-	Strato finito	Ogni 20 m nei tratti a curvatura costante, ogni 5 m nei tratti a curvatura variabile	Quote di progetto e sagoma trasversale
-	Strato finito	Ogni 40 m nei tratti a curvatura costante, ogni 10 m nei tratti a curvatura variabile	Spessore dello strato

## 18.9 STRATO DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE

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

### 18.9.1 Materiali costituenti e loro qualificazione

- Aggregati lapidei

Gli aggregati lapidei utilizzati per la costituzione della miscela di conglomerato bituminoso ad elevata durata a fatica dovranno essere identificati secondo quanto stabilito dalla Norma UNI EN 13043. In particolare, agli aggregati grossi ed agli aggregati fini verrà associata la denominazione d/D, ove d è la dimensione (in mm) dello staccio inferiore e D è quella (in mm) dello staccio superiore.

I criteri di accettazione vengono differenziati a seconda che si tratti di aggregati grossi (con  $d \geq 2$  e  $D \leq 45$ ), di aggregati fini ( $D \leq 2$ ) o di filler.

L'aggregato grosso potrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, oppure da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente

*Prescrizioni relative agli aggregati grossi per conglomerati bituminosi tradizionale per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 40$
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	$>60$
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	40
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 2$
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	-
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	-

L'aggregato fine dovrà essere costituito esclusivamente da elementi di frantumazione, e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente

*Prescrizioni relative agli aggregati fini per conglomerati bituminosi tradizionale per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 40$
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	-

- Legante bituminoso

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

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

A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche riportate in tabella, preferendo il 50/70 per le temperature più elevate.

*Prescrizioni relative al legante bituminoso per conglomerati bituminosi per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	
			Bitume A	Bitume B
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8	≤ -8
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, ( $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$ )	UNI EN 13702-1	Pa·s	≥ 0,4	≥ 0,2
<b>Valori dopo RTFOT (UNI EN 12607-1)</b>				
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

Il filler, frazione passante al setaccio 0.075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler deve soddisfare i seguenti requisiti:

*Prescrizioni relative al filler per conglomerati bituminosi tradizionali per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	%	28-45
Stiffening Power–Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	°C	≥ 5
Passante allo 0.075	UNI EN 933-1	%	≥ 80

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

- Conglomerato riciclato

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

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

- conglomerato per strato di base:  $\leq 30\%$
- conglomerato per strato di collegamento  $\leq 25\%$
- conglomerato per tappeto d'usura:  $\leq 20\%$

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

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

- Miscele

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella:

*Prescrizioni relative al legante bituminoso per conglomerati bituminosi tradizionali per strato di base*

Crivelli e setacci UNI	Passante [%]
Crivello 40	100
Crivello 30	80-100
Crivello 25	70-95
Crivello 15	45-70
Crivello 10	35-60
Crivello 58	25-50
Setaccio 2	20-35
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.

La composizione delle miscele di progetto, espresse in termini di percentuali delle varie classi di aggregato, di filler e di legante bituminoso, dovrà essere stabilita in base ad uno studio preliminare di laboratorio.

Le prescrizioni relative alle miscele di progetto sono riportate nella Tabella seguente. Esse si riferiscono a campioni compattati con pressa a taglio girevole utilizzata con pressione verticale pari a 600 kPa, angolo di deviazione pari a  $1,25 \pm 0,02^\circ$ , velocità di rotazione pari a 30 rpm, diametro della fustella pari a 150 mm (come da Norma UNI EN 12697-31).

*Prescrizioni relative alla caratteristiche volumetriche dei conglomerati bituminosi tradizionali per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	10-14
Vuoti a 100 rotazioni (Dg)	UNI EN 12697-31	%	3-5
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	$\geq 2$
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C (dopo 15 giorni di immersione in acqua)	UNI EN 12697-23	%	$\leq 25$

### 18.9.2 Modalità esecutive

- Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele di progetto di conglomerato bituminoso che intende adottare. Ciascuna miscela proposta dovrà essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che dovrà comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio Ufficiale, attestanti il possesso dei requisiti elencati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Ad ogni variazione delle caratteristiche dei componenti delle miscele, dovrà fare seguito un nuovo studio relativo sia ai singoli componenti, sia alle nuove miscele di progetto.

Una volta accettate da parte della Direzione Lavori le miscele di progetto, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad esse, adottando tutte le misure necessarie per rispettare i limiti di variabilità imposti alla percentuale di legante ed alla granulometria degli aggregati.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso  $\pm 5$ ; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino contenuti in  $\pm 2$ . Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0.25$ .

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

- Confezione e posa in opera delle miscele

Le miscele di conglomerato bituminoso tradizionale per strato di base dovranno essere confezionate mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate negli studi presentati ai fini



dell'accettazione. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del legante. Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110 °C.

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 150 e 170°C. 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 superare lo 0,25% in peso.

Prima della realizzazione di ciascuno strato in conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia.

Nel caso del conglomerato bituminoso per strato di base la preparazione della superficie di stesa consisterà nella accurata pulizia per l'eliminazione di ogni eventuale elemento contaminante. In particolare, dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del sottostante strato in misto cementato.

Nel caso del conglomerato bituminoso per strato di collegamento, oltre ad eseguire le su citate operazioni di pulizia, si dovrà provvedere alla realizzazione di una mano d'attacco mediante l'impiego di emulsione bituminosa da bitume modificato.

Le caratteristiche dell'emulsione da impiegare a tale scopo sono riportate nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative all'emulsione da bitume modificato da impiegarsi per la realizzazione della mano d'attacco (tra base e collegamento)*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	%	≥ 65
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10
<b>Residuo bituminoso per evaporazione</b>	UNI EN 13074		
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65

Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75
--------------------------	--------------	---	------

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con apposite macchine spanditrici automatiche in modo tale che il bitume residuo risulti pari a  $0,4 \pm 0,1$  kg/m<sup>2</sup>.

A discrezione della Direzione Lavori, sulla mano d'attacco si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m<sup>2</sup>, per consentire il transito dei mezzi di stesa.

La posa in opera delle miscele di conglomerato bituminoso tradizionale dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non dovrà essere mai superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Lo spessore dello strato dovrà essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. 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 con quelli degli strati sottostanti dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento 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 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 140 °C.

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

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

La compattazione del conglomerato dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rullo gommato, ma potranno essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso in modo da assicurare il raggiungimento delle densità richieste. 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, dopo la compactazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Il conglomerato per strato di collegamento verrà posto in opera al di sopra dello strato di base solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

- Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi tradizionali e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato sciolto al momento della stesa, su carote estratte dalla stesa e con prove in situ eseguite sullo strato finito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella finale. Ogni prelievo dovrà essere costituito da due campioni; un campione verrà utilizzato per i controlli presso il Laboratorio a tale scopo incaricato, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per la conservazione delle campionature dovranno essere adottati, in cantiere e presso il Laboratorio, tutte le misure necessarie per evitare che essi abbiano ad alterarsi nel tempo.

Sui materiali costituenti dovranno essere verificate le caratteristiche specificate al punto precedente.

Per le miscele di conglomerato bituminoso tradizionale verranno determinate la percentuale di legante, la granulometria degli aggregati estratti, nonché le caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana).

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (Dm), stabilità e rigidità (CNR 40/73); percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione dei Lavori preleverà le carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati il peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore, facendo la media delle misure (quattro per ogni carota) scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2.5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

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

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposta dall'impresa) verrà applicata una detrazione del 2.5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile del 12%.

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

*Ubicazione e frequenza di prelievi e prove (conglomerati bituminosi per pavimentazioni perpetue per strato di base)*

<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO O PROVA</b>	<b>FREQUENZA</b>	<b>GRANDEZZE VALUTATE</b>
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b> .
Aggregato fine	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b>
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b>
Bitume	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b>
Miscela di conglomerato bituminoso tradizionale	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5000 mq di stesa	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote dello strato in conglomerato bituminoso x spessori	Strato finito	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore; Massa volumica.
	Strato finito	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Regolarità superficiale.

## 18.10 STRATO DI BASE IN CONGLOMERATO BITUMINOSOS AD ELEVATA DURATA A FATICA

I conglomerati bituminosi impiegati per la realizzazione degli strati di base ad elevata durata a fatica sono miscele confezionate a caldo mediante l'impiego di aggregati lapidei di primo impiego e di bitume modificato con polimeri. La scelta dei materiali costituenti e la definizione della loro combinazione è finalizzata al soddisfacimento delle prescrizioni riportate nel seguito.

### 18.10.1 *Materiali costituenti e loro qualificazione*

- Aggregati lapidei

Gli aggregati lapidei utilizzati per la costituzione della miscela di conglomerato bituminoso ad elevata durata a fatica dovranno essere identificati secondo quanto stabilito dalla Norma UNI EN 13043. In particolare, agli aggregati grossi ed agli aggregati fini verrà associata la denominazione d/D, ove d è la dimensione (in mm) dello staccio inferiore e D è quella (in mm) dello staccio superiore.

I criteri di accettazione vengono differenziati a seconda che si tratti di aggregati grossi (con  $d \geq 2$  e  $D \leq 45$ ), di aggregati fini ( $D \leq 2$ ) o di filler.

L'aggregato grosso potrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, oppure da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente

#### *Prescrizioni relative agli aggregati grossi per conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 25$	LA <sub>25</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	100	C <sub>100,0</sub>
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	31,5 (base) 20 (collegamento)	-
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 1$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 20$	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	$\leq 1,5$	WA <sub>24,2</sub>

L'aggregato fine dovrà essere costituito esclusivamente da elementi di frantumazione, e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente

#### *Prescrizioni relative agli aggregati fini per conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 70$	-
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-

Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f <sub>3</sub>
-----------------------------------	--------------	---	-----	----------------

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio da 0,063 mm, potrà provenire dalla frazione fina degli aggregati oppure potrà essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata o calce idraulica. In ogni caso la granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043 e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni contenute nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative al filler per conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	%	28-45	V <sub>28/45</sub>
Stiffening Power–Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	°C	≥ 8	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-

- Legante bituminoso

Dovrà essere impiegato un legante bituminoso modificato con polimeri avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni contenute nella seguente.

*Prescrizioni relative al legante bituminoso modificato per conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -15
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75
Viscosità dinamica a 160°C, (γ = 50 s <sup>-1</sup> )	UNI EN 13702-1	Pa·s	≥ 0,4
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	≤ 0,5
<b>Valori dopo RTFOT (UNI EN 12607-1)</b>			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione, attestante i requisiti su indicati, rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

- Miscela

Le miscele di aggregati da adottarsi per la realizzazione dei conglomerati bituminosi ad alto modulo dovranno avere composizioni granulometriche degli elementi contenute nei fusi riportati nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative alla curva granulometrica dei conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica per strato di base*

Dimensione dello staccio [mm]	Passante [%]
31,5	100
20	70-95
16	58-85
14	52-78
12,5	47-73
10	40-66
8	35-59
6,3	31-53
4	25-44
2	18-35
1	12-28
0,5	8-22
0,063	4-8

La percentuale di legante, riferita al peso complessivo degli aggregati e del filler, dovrà essere compreso tra il 4,5 ed il 5,5%.

La composizione delle miscele di progetto, espresse in termini di percentuali delle varie classi di aggregato, di filler e di legante bituminoso, dovrà essere stabilita in base ad uno studio preliminare di laboratorio.

Le prescrizioni relative alle miscele di progetto sono riportate nella tabella seguente. Esse si riferiscono a campioni compattati con pressa a taglio giratorio utilizzata con pressione verticale pari a 600 kPa, angolo di deviazione pari a  $1,25 \pm 0,02^\circ$ , velocità di rotazione pari a 30 rpm, diametro della fustella pari a 150 mm (come da Norma UNI EN 12697-31).

*Prescrizioni relative alla caratteristiche volumetriche dei conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica per strato di base*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	10-14
Vuoti a 100 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	2,5-3,5
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	$\geq 2$
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C (dopo 15 giorni di immersione in acqua)	UNI EN 12697-23	%	$\leq 25$

**Modalità esecutive**

- Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele di progetto di conglomerato bituminoso che intende adottare. Ciascuna miscela proposta dovrà essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che dovrà comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio Ufficiale, attestanti il possesso dei requisiti elencati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Ad ogni variazione delle caratteristiche dei componenti delle miscele, dovrà fare seguito un nuovo studio relativo sia ai singoli componenti, sia alle nuove miscele di progetto.

Una volta accettate da parte della Direzione Lavori le miscele di progetto, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad esse, adottando tutte le misure necessarie per rispettare i limiti di variabilità imposti alla percentuale di legante ed alla granulometria degli aggregati.

- Confezione e posa in opera delle miscele

Le miscele di conglomerato bituminoso ad alto modulo dovranno essere confezionate mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate negli studi presentati ai fini dell'accettazione. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del legante.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 170 e 185°C. 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 superare lo 0,25% in peso.

Prima della realizzazione di ciascuno strato in conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia.

Nel caso del conglomerato bituminoso per strato di base la preparazione della superficie di stesa consisterà nella accurata pulizia per l'eliminazione di ogni eventuale elemento contaminante. In particolare, dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del sottostante strato in misto cementato.



Nel caso del conglomerato bituminoso per strato di collegamento, oltre ad eseguire le su citate operazioni di pulizia, si dovrà provvedere alla realizzazione di una mano d'attacco mediante l'impiego di emulsione bituminosa da bitume modificato.

Le caratteristiche dell'emulsione da impiegare a tale scopo sono riportate nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative all'emulsione da bitume modificato da impiegarsi per la realizzazione della mano d'attacco (tra base e collegamento)*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	%	≥ 65
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10
<b>Residuo bituminoso per evaporazione</b>	UNI EN 13074		
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con apposite macchine spanditrici automatiche in modo tale che il bitume residuo risulti pari a  $0,4 \pm 0,1$  kg/m<sup>2</sup>.

A discrezione della Direzione Lavori, sulla mano d'attacco si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m<sup>2</sup>, per consentire il transito dei mezzi di stesa.

La posa in opera delle miscele di conglomerato bituminoso ad alto modulo dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non dovrà essere mai superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Lo spessore dello strato dovrà essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. 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 con quelli degli strati sottostanti dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento 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 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 160 °C.

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

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

La compattazione del conglomerato dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rullo gommato, ma potranno essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso in modo da assicurare il raggiungimento delle densità richieste. 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, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Il conglomerato per strato di collegamento verrà posto in opera al di sopra dello strato di base solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

- Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi ad alto modulo e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato sciolto al momento della stesa, su carote estratte dalla stesa e con prove in situ eseguite sullo strato finito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella finale. Ogni prelievo dovrà essere costituito da due campioni; un campione verrà utilizzato per i controlli presso il Laboratorio a tale scopo incaricato, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per la conservazione delle campionature dovranno essere adottati, in cantiere e presso il Laboratorio, tutte le misure necessarie per evitare che essi abbiano ad alterarsi nel tempo.

Sui materiali costituenti dovranno essere verificate le caratteristiche specificate al punto precedente.

Per le miscele di conglomerato bituminoso ad alto modulo verranno determinate la percentuale di legante, la granulometria degli aggregati estratti, nonché le caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio.

Con riferimento alla percentuale di legante delle miscele di progetto, saranno ammesse variazioni assolute contenute entro lo 0,25%. In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli indicati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Con riferimento alla granulometria degli aggregati contenuti nella miscela di progetto, saranno ammesse variazioni assolute delle singole percentuali dei passanti ai vari setacci contenute entro il 5% per le miscele di base ed entro il 3% per le miscele di collegamento nel caso dell'aggregato grosso (diametro superiore a 2 mm), entro il 2% per l'aggregato fino (diametro inferiore a 2 mm) ed entro l'1,5% per il filler. In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli indicati ai punti precedenti.

Per quel che riguarda le caratteristiche volumetriche e meccaniche dei campioni preparati con pressa a taglio giratorio, dovranno essere soddisfatti i requisiti indicati nella tabella "Prescrizioni relative alla caratteristiche volumetriche dei conglomerati bituminosi ad elevata durata a fatica per strato di base" al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Il mancato rispetto dei requisiti su indicati, relativi a percentuale di legante, granulometria degli aggregati estratti e caratteristiche volumetriche e meccaniche dei campioni compattati con pressa a taglio giratorio, comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato, e di quelli eventualmente già messi in opera al di sopra di esso, a cura e spese dell'Impresa.

Ad integrazione dei controlli precedentemente illustrati, utilizzando idonee campionature di conglomerato bituminoso prelevato dalla vibrofinitrice dovranno essere eseguite prove di caratterizzazione prestazionale delle miscele, i cui risultati forniranno elementi utili per valutazioni di carattere strutturale.

In particolare dovranno essere eseguite prove per la valutazione delle caratteristiche volumetriche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio (come da Norma UNI EN 12697-31), della loro rigidità (come da Norma UNI EN 12697-26, nella configurazione di trazione indiretta, alle temperature di 10, 20 e 30°C), e dell'accumulo di deformazioni permanenti a 40°C (come da Norme UNI EN 12697-22 e UNI EN 12697-25, alla temperatura di 40°C). Per la preparazione dei campioni di prova si farà riferimento alla medesima densità rilevata sulle carote prelevate dallo strato finito.

Per il controllo dello strato messo in opera si provvederà alla valutazione della massa volumica raggiunta in situ mediante prove eseguite su carote prelevate dallo strato. Per ogni miscela messa in opera (anche in più giornate di lavorazione) il valore di tale grandezza in almeno il 95% dei punti di misura dovrà risultare non inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto. Tale valore di riferimento sarà indicato nello studio di miscela dell'Impresa, sottoposto, prima dell'inizio dei lavori, all'approvazione ed accettazione della Direzione Lavori (v. punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

In ogni caso la percentuale dei vuoti residui delle carote di conglomerato bituminoso non dovrà essere superiore al 3%.

Nel caso in cui il grado di addensamento sia inferiore al 98% verrà applicata, per tutto il tratto cui si riferiscono i controlli, una detrazione del 7,5% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di differenza tra il valore di accettazione (98%) ed il valore del grado di addensamento effettivamente raggiunto. Valori del grado di addensamento inferiori al 95% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Valori della percentuale dei vuoti superiori al 3% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per quel che riguarda la regolarità superficiale, la superficie finita degli strati realizzati con conglomerati bituminosi ad alto modulo dovrà risultare perfettamente piana, con

scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 5 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali (UNI EN 13036-7).

Il mancato rispetto di tale requisito comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

La verifica dello spessore di ciascuno strato in conglomerato bituminoso ad alto modulo verrà effettuata mediante misure dirette eseguite su carote prelevate dallo strato finito. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di integrare e/o sostituire tali misure con rilievi in continuo effettuati con apparecchiatura Ground Penetrating Radar (GPR). In tal caso, per garantire una sufficiente significatività delle corrispondenti determinazioni, la Direzione Lavori provvederà a definire il piano dei rilievi GPR e delle necessarie campagne di carotaggio di calibrazione.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto si applicherà, per tutto il tratto cui si riferiscono i controlli (realizzato con la medesima miscela, messa in opera anche in più giornate di lavorazione), una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante. Carenze medie di spessore superiori ai 5 millimetri (per lo strato di collegamento) ed ai 10 millimetri (per lo strato di base) rispetto allo spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a cura e spese dell'Impresa.

Alle detrazioni su riportate dovranno essere aggiunte quelle di natura contabile, derivanti dalla posa in opera di quantitativi di materiali inferiori a quelli previsti in progetto.

Le detrazioni derivanti dai vari controlli su riportati sono cumulabili.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere l'esecuzione, sulla pavimentazione finita, di prove per la valutazione delle caratteristiche di portanza mediante attrezzatura FWD (Falling Weight Deflectometer). Le corrispondenti procedure di back-calculation, finalizzate alla determinazione dei moduli elastici dei singoli strati, dovranno tenere conto dei loro effettivi spessori. Questi ultimi saranno desunti da rilievi effettuati mediante attrezzatura GPR (Ground Penetrating Radar), il cui impiego sarà integrato dal prelievo di un idoneo numero di carote di taratura.

*Ubicazione e frequenza di prelievi e prove (conglomerati bituminosi per pavimentazioni perpetue per strato di base)*

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO O PROVA	FREQUENZA	GRANDEZZE VALUTATE
Aggregato grosso	Impianto		v. <b>Tabella</b> .
Aggregato fine	Impianto		v. <b>Tabella</b>
Filler	Impianto		v. <b>Tabella</b>
Bitume	Impianto		v. <b>Tabella</b>
Miscela di conglomerato bituminoso ad alto modulo	Vibrofinitrice		Percentuale di legante; Granulometria degli aggregati estratti; Caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio.
Carote dello strato in conglomerato bituminoso ad alto modulo	Strato finito		Spessore; Massa volumica.
-	Strato finito		Regolarità superficiale.

## 18.11 REALIZZAZIONE DELLA MANO D'ATTACCO CON EMULSIONE DA BITUME MODIFICATO

Le mani d'attacco messe in opera per conferire una adeguata adesione agli strati contigui in conglomerato bituminoso sono realizzate in opera mediante l'impiego di emulsione da bitume modificato.

Salvo diverse disposizioni contenute negli elaborati di progetto, la realizzazione delle mani d'attacco è prevista tra lo strato di base e quello di collegamento e tra lo strato di collegamento e quello di usura. È inoltre prevista nel caso in cui si realizzino interventi di regolarizzazione del piano di fresatura, propedeutici alla messa in opera di rete di rinforzo in fibra di vetro, mediante la posa in opera di uno spessore di 2 cm di conglomerato bituminoso chiuso.

### 18.11.1 *Materiali costituenti e loro qualificazione*

- Emulsione da bitume non modificato

Dovrà essere impiegato una emulsione bituminosa da bitume non modificato avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni contenute nella Tabella seguente

*Prescrizioni relative all'emulsione da bitume non modificato da impiegarsi per la realizzazione delle mani d'attacco*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	%	60 ± 2
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10
<b>Residuo bituminoso per evaporazione</b>	UNI EN 13074		
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 40

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione bituminosa tramite certificazione, attestante i requisiti su indicati, rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

- Emulsione da bitume modificato

Dovrà essere impiegato una emulsione bituminosa da bitume modificato avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni contenute nella tabella seguente.

*Prescrizioni relative all'emulsione da bitume modificato da impiegarsi per la realizzazione delle mani d'attacco*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva

Contenuto di bitume	UNI EN 1431	%	≥ 65
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10
<b>Residuo bituminoso per evaporazione</b>	UNI EN 13074		
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione dell'emulsione bituminosa tramite certificazione, attestante i requisiti su indicati, rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

### 18.11.2 *Modalità esecutive*

- Messa in opera della mano d'attacco

Prima della realizzazione della mano d'attacco, è necessario verificare che la superficie di stesa abbia le caratteristiche di regolarità richieste dai relativi articoli delle Norme Tecniche. Si dovrà quindi preparare la superficie di stesa mediante una accurata pulizia per l'eliminazione di ogni eventuale elemento contaminante derivante da precedenti lavorazioni. In particolare, nel caso di superfici derivanti da precedente fresatura, dovranno essere eliminati tutti i residui presenti sulla superficie dello scavo.

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con apposite macchine spanditrici automatiche aventi caratteristiche tecniche ed operative approvate preventivamente dalla Direzione Lavori.

Lo spandimento dovrà avvenire in modo tale che il bitume residuo risulti pari a quanto indicato nei vari articoli delle Norme Tecniche e che la distribuzione sulla superficie di stesa risulti omogenea.

A discrezione della Direzione Lavori, sulla mano d'attacco si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m<sup>2</sup>, per consentire il transito dei mezzi di stesa.

- Controlli

Durante l'esecuzione dell'intervento, la Direzione Lavori si riserva la facoltà di effettuare prelievi del materiale impiegato e di sottoporlo alle necessarie prove sperimentali per la verifica dei requisiti prescritti.

## 18.12 STRATO DI COLLEGAMENTO IN CONGLOMERATO BITUMINOSO AD ELEVATA RESISTENZA ALL'ORMAIAMENTO

I conglomerati bituminosi impiegati per la realizzazione degli strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento sono miscele confezionate a caldo mediante l'impiego di aggregati lapidei di primo impiego e di bitume modificato con polimeri. La scelta dei materiali costituenti e la definizione della loro combinazione è finalizzata al soddisfacimento delle prescrizioni riportate nel seguito.

### 18.12.1 Materiali costituenti e loro qualificazione

- Aggregati lapidei

Gli aggregati lapidei utilizzati per la costituzione della miscela di conglomerato bituminoso ad alto modulo dovranno essere identificati secondo quanto stabilito dalla Norma UNI EN 13043. In particolare, agli aggregati grossi ed agli aggregati fini verrà associata la denominazione d/D, ove d è la dimensione (in mm) dello staccio inferiore e D è quella (in mm) dello staccio superiore.

I criteri di accettazione vengono differenziati a seconda che si tratti di aggregati grossi (con  $d \geq 2$  e  $D \leq 45$ ), di aggregati fini ( $D \leq 2$ ) o di filler.

L'aggregato grosso potrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, oppure da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente.

#### *Prescrizioni relative agli aggregati grossi per conglomerati bituminosi per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 25$	LA <sub>25</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	100	C <sub>100.0</sub>
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	31,5 (base) 20 (collegamento)	-
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 1$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$	F <sub>1</sub>
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 20$	FI <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	$\leq 1,5$	WA <sub>24.2</sub>

L'aggregato fine dovrà essere costituito esclusivamente da elementi di frantumazione, e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente.

#### *Prescrizioni relative agli aggregati fini per conglomerati bituminosi per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 70$	-

Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f <sub>3</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio da 0,063 mm, potrà provenire dalla frazione fina degli aggregati oppure potrà essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata o calce idraulica. In ogni caso la granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043 e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni contenute nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative al filler per conglomerati bituminosi per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	%	28-45	V <sub>28/45</sub>
Stiffening Power-Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	°C	≥ 8	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-

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

- Legante bituminoso

Dovrà essere impiegato un legante bituminoso modificato con polimeri avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni contenute nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative al legante bituminoso modificato per per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -15
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75
Viscosità dinamica a 160°C, (γ = 50 s <sup>-1</sup> )	UNI EN 13702-1	Pa·s	≥ 0,4
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	≤ 0,5
<b>Valori dopo RTFOT (UNI EN 12607-1)</b>			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN1427	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione, attestante i requisiti su indicati, rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.



- **Miscele**

Le miscele di aggregati da adottarsi per la realizzazione dei conglomerati bituminosi ad alto modulo dovranno avere composizioni granulometriche degli elementi contenute nei fusi riportati nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative alla curva granulometrica dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento*

Dimensione dello staccio [mm]	Passante [%]
20	100
16	84-94
14	74-90
12,5	67-87
10	57-80
8	50-74
6,3	44-68
4	35-55
2	25-38
1	18-30
0,5	12-22
0,063	4-8

La percentuale di legante, riferita al peso complessivo degli aggregati e del filler, dovrà essere compreso tra il 4,5 ed il 5,5%.

La composizione delle miscele di progetto, espresse in termini di percentuali delle varie classi di aggregato, di filler e di legante bituminoso, dovrà essere stabilita in base ad uno studio preliminare di laboratorio.

Le prescrizioni relative alle miscele di progetto sono riportate in Tabella seguente. Esse si riferiscono a campioni compattati con pressa a taglio giratorio utilizzata con pressione verticale pari a 600 kPa, angolo di deviazione pari a  $1,25 \pm 0,02^\circ$ , velocità di rotazione pari a 30 rpm, diametro della fustella pari a 150 mm (come da Norma UNI EN 12697-31).

*Prescrizioni relative alle caratteristiche volumetriche dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	10-14
Vuoti a 100 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	3-5
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	$\geq 2$
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C (dopo 15 giorni di immersione in acqua)	UNI EN 12697-23	%	$\leq 25$

### 18.12.2 *Modalità esecutive*

- Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele di progetto di conglomerato bituminoso che intende adottare. Ciascuna miscela proposta dovrà essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che dovrà comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio Ufficiale, attestanti il possesso dei requisiti elencati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Ad ogni variazione delle caratteristiche dei componenti delle miscele, dovrà fare seguito un nuovo studio relativo sia ai singoli componenti, sia alle nuove miscele di progetto.

Una volta accettate da parte della Direzione Lavori le miscele di progetto, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad esse, adottando tutte le misure necessarie per rispettare i limiti di variabilità imposti alla percentuale di legante ed alla granulometria degli aggregati.

- Confezione e posa in opera delle miscele

Le miscele di conglomerato bituminoso ad alto modulo dovranno essere confezionate mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate negli studi presentati ai fini dell'accettazione. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del legante.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 170 e 185°C. 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 superare lo 0,25% in peso.

Prima della realizzazione dello strato di collegamento in conglomerato bituminoso ad elevata resistenza all'ormaiamento, è necessario realizzare sulla superficie di stesa una

mano d'attacco con emulsione da bitume modificato (vedi paragrafo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

La posa in opera delle miscele di conglomerato bituminoso dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non dovrà essere mai superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Lo spessore dello strato dovrà essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. 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 con quelli degli strati sottostanti dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento 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 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 160 °C.

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

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

La compattazione del conglomerato dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rullo gommato, ma potranno essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso in modo da assicurare il raggiungimento delle densità richieste. 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, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Il conglomerato per strato di collegamento verrà posto in opera al di sopra dello strato di base solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

- Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi ad alto modulo e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato sciolto al momento della stesa, su carote estratte dalla stesa e con prove in situ eseguite sullo strato finito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella tabella finale. Ogni prelievo dovrà essere costituito da due campioni; un campione verrà utilizzato per i controlli presso il Laboratorio a tale scopo incaricato, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per la conservazione delle campionature dovranno essere adottati, in cantiere e presso il Laboratorio, tutte le misure necessarie per evitare che essi abbiano ad alterarsi nel tempo.

Sui materiali costituenti dovranno essere verificate le caratteristiche specificate al punto ***Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. 1.***

Per le miscele di conglomerato bituminoso ad alto modulo verranno determinate la percentuale di legante, la granulometria degli aggregati estratti, nonché le caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio.

Con riferimento alla percentuale di legante delle miscele di progetto, saranno ammesse variazioni assolute contenute entro lo 0,25%. In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli indicati precedentemente.

Con riferimento alla granulometria degli aggregati contenuti nella miscela di progetto, saranno ammesse variazioni assolute delle singole percentuali dei passanti ai vari setacci contenute entro il 5% per le miscele di base ed entro il 3% per le miscele di collegamento nel caso dell'aggregato grosso (diametro superiore a 2 mm), entro il 2% per l'aggregato fino (diametro inferiore a 2 mm) ed entro l'1,5% per il filler. In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli indicati precedentemente.

Per quel che riguarda le caratteristiche volumetriche e meccaniche dei campioni preparati con pressa a taglio giratorio, dovranno essere soddisfatti i requisiti indicati nella Tabella "Prescrizioni relative alle caratteristiche volumetriche dei conglomerati bituminosi per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento".

Il mancato rispetto dei requisiti su indicati, relativi a percentuale di legante, granulometria degli aggregati estratti e caratteristiche volumetriche e meccaniche dei campioni compattati con pressa a taglio giratorio, comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato, e di quelli eventualmente già messi in opera al di sopra di esso, a cura e spese dell'Impresa.

Ad integrazione dei controlli precedentemente illustrati, utilizzando idonee campionature di conglomerato bituminoso prelevato dalla vibrofinitrice dovranno essere eseguite prove di caratterizzazione prestazionale delle miscele, i cui risultati forniranno elementi utili per valutazioni di carattere strutturale.

In particolare dovranno essere eseguite prove per la valutazione delle caratteristiche volumetriche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio (come da Norma UNI

EN 12697-31), della loro rigidità (come da Norma UNI EN 12697-26, nella configurazione di trazione indiretta, alle temperature di 10, 20 e 30°C), e dell'accumulo di deformazioni permanenti a 40°C (come da Norme UNI EN 12697-22 e UNI EN 12697-25, alla temperatura di 40°C). Per la preparazione dei campioni di prova si farà riferimento alla medesima densità rilevata sulle carote prelevate dallo strato finito.

Per il controllo dello strato messo in opera si provvederà alla valutazione della massa volumica raggiunta in situ mediante prove eseguite su carote prelevate dallo strato. Per ogni miscela messa in opera (anche in più giornate di lavorazione) il valore di tale grandezza in almeno il 95% dei punti di misura dovrà risultare non inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto. Tale valore di riferimento sarà indicato nello studio di miscela dell'Impresa, sottoposto, prima dell'inizio dei lavori, all'approvazione ed accettazione della Direzione Lavori.

Nel caso in cui il grado di addensamento sia inferiore al 98% verrà applicata, per tutto il tratto cui si riferiscono i controlli, una detrazione del 7,5% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di differenza tra il valore di accettazione (98%) ed il valore del grado di addensamento effettivamente raggiunto. Valori del grado di addensamento inferiori al 95% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell'Impresa.

Per quel che riguarda la regolarità superficiale, la superficie finita degli strati realizzati con conglomerati bituminosi ad alto modulo dovrà risultare perfettamente piana, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 5 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali (UNI EN 13036-7).

Il mancato rispetto di tale requisito comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

La verifica dello spessore di ciascuno strato in conglomerato bituminoso ad alto modulo verrà effettuata mediante misure dirette eseguite su carote prelevate dallo strato finito. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di integrare e/o sostituire tali misure con rilievi in continuo effettuati con apparecchiatura Ground Penetrating Radar (GPR). In tal caso, per garantire una sufficiente significatività delle corrispondenti determinazioni, la Direzione Lavori provvederà a definire il piano dei rilievi GPR e delle necessarie campagne di carotaggio di calibrazione.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto si applicherà, per tutto il tratto cui si riferiscono i controlli (realizzato con la medesima miscela, messa in opera anche in più giornate di lavorazione), una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante. Carenze medie di spessore superiori ai 5 millimetri (per lo strato di collegamento) ed ai 10 millimetri (per lo strato di base) rispetto allo spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a cura e spese dell'Impresa.

Alle detrazioni su riportate dovranno essere aggiunte quelle di natura contabile, derivanti dalla posa in opera di quantitativi di materiali inferiori a quelli previsti in progetto.

Le detrazioni derivanti dai vari controlli su riportati sono cumulabili.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere l'esecuzione, sulla pavimentazione finita, di prove per la valutazione delle caratteristiche di portanza mediante attrezzatura FWD (Falling Weight Deflectometer). Le corrispondenti procedure di back-calculation, finalizzate alla determinazione dei moduli elastici dei singoli strati, dovranno tenere conto dei loro effettivi spessori. Questi ultimi saranno desunti da rilievi effettuati mediante

attrezzatura GPR (Ground Penetrating Radar), il cui impiego sarà integrato dal prelievo di un idoneo numero di carote di taratura.

*Ubicazione e frequenza di prelievi e prove (conglomerati bituminosi per strati di collegamento ad elevata resistenza all'ormaiamento)*

<b>TIPO DI CAMPIONE</b>	<b>UBICAZIONE PRELIEVO O PROVA</b>	<b>FREQUENZA</b>	<b>GRANDEZZE VALUTATE</b>
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella
Aggregato fine	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella .
Filler	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella
Bitume	Impianto	Iniziale e ogni 10000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella
Miscela di conglomerato bituminoso	Vibrofinitrice	Giornaliera e almeno ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa.	Percentuale di legante; Granulometria degli aggregati estratti; Caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio.
Carote dello strato in conglomerato bituminoso	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa.	Spessore; Massa volumica.
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 100 m di fascia di stesa	Regolarità superficiale.

## 18.13 STRATO DI COLLEGAMENTO/USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO TRADIZIONALE

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

### 18.13.1 *Materiali costituenti e loro qualificazione*

- Aggregati lapidei

Gli aggregati lapidei utilizzati per la costituzione della miscela di conglomerato bituminoso ad elevata durata a fatica dovranno essere identificati secondo quanto stabilito dalla Norma UNI EN 13043. In particolare, agli aggregati grossi ed agli aggregati fini verrà associata la denominazione d/D, ove d è la dimensione (in mm) dello staccio inferiore e D è quella (in mm) dello staccio superiore.

I criteri di accettazione vengono differenziati a seconda che si tratti di aggregati grossi (con  $d \geq 2$  e  $D \leq 45$ ), di aggregati fini ( $D \leq 2$ ) o di filler.

L'aggregato grosso potrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, oppure da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente

*Prescrizioni relative agli aggregati grossi per conglomerati bituminosi tradizionale per strato di binder/usura*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	
			Binder	Usura
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 40$	$\leq 25$
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	$\geq 70$	100
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	30	20
Passante allo setaccio da 0,075mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 2$	$\leq 2$
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$	$\leq 1$
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 35$	$\leq 30$
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$

L'aggregato fine dovrà essere costituito esclusivamente da elementi di frantumazione, e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente

*Prescrizioni relative agli aggregati fini per conglomerati bituminosi tradizionale per strato di binder/usura*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	
			Binder	Usura
Equivalentente in sabbia	UNI EN 933-8	%	$\geq 50$	$\geq 60$
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	N.P.

Passante al setaccio da 0,075 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	≤ 3
----------------------------------	--------------	---	-----	-----

- Legante bituminoso

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

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

A seconda della temperatura media della zona di impiego il bitume deve essere del tipo 50/70 oppure 80/100 con le caratteristiche riportate in tabella, preferendo il 50/70 per le temperature più elevate.

*Prescrizioni relative al legante bituminoso per conglomerati bituminosi per strato di binder/usura*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	
			Bitume A	Bitume B
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70	80-100
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	46-56	40-44
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -8	≤ -8
Solubilità	UNI EN 12592	%	≥ 99	≥ 99
Viscosità dinamica a 160°C, ( $\gamma = 50 \text{ s}^{-1}$ )	UNI EN 13702-1	Pa·s	≥ 0,4	≥ 0,2
<i>Valori dopo RTFOT (UNI EN 12607-1)</i>				
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 50	≥ 50
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 9	≤ 9

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre qualificazione del prodotto tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

Il filler, frazione passante al setaccio 0.075 mm, proviene dalla frazione fina degli aggregati oppure può essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata, calce idraulica, polvere di asfalto, ceneri volanti. In ogni caso il filler deve soddisfare i seguenti requisiti:

*Prescrizioni relative al filler per conglomerati bituminosi tradizionali per strato di binder/usura*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	%	28-45
Stiffening Power-Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	°C	≥ 5
Passante allo 0.075	UNI EN 933-1	%	≥ 80



Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'impresa è tenuta a predisporre qualificazione degli aggregati tramite certificazione attestante i requisiti indicati. Tale certificazione sarà rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

- Conglomerato riciclato

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

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

- conglomerato per strato di base:  $\leq 30\%$
- conglomerato per strato di collegamento  $\leq 25\%$
- conglomerato per tappeto d'usura:  $\leq 20\%$

Per il binder può essere utilizzato materiale proveniente da vecchi strati di collegamento ed usura, per il tappeto materiale proveniente solo da questo strato.

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

- Miscela

La miscela degli aggregati da adottarsi dovrà avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso riportato nella seguente tabella:

*Prescrizioni relative al legante bituminoso per conglomerati bituminosi tradizionali per strato di binder/usura*

Crivelli e setacci UNI	Passante [%]			
	Binder	Usura		
		A	B	C
Crivello 40				
Crivello 30				
Crivello 25	100	100		
Crivello 15	65-85	90-100	100	
Crivello 10	55-75	70-90	70-90	100
Crivello 5	35-55	40-55	40-60	45-65
Setaccio 2	25-38	25-38	25-38	28-45
Setaccio 0.4	10-20	11-20	11-20	13-25
Setaccio 0.18	5-15	8-15	8-15	8-15
Setaccio 0.075	4-8	6-10	6-10	6-10

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

Il tenore di bitume, per il binder, dovrà essere compreso tra il 4,5 % e il 5,5% riferito al peso totale degli aggregati. Per il tappeto di usura di tipo A compreso tra 4,8% e 5,8%, per il tipo B tra 5,0% e 6,0% e per il tipo C tra 5,2% e 6,2%.

La composizione delle miscele di progetto, espresse in termini di percentuali delle varie classi di aggregato, di filler e di legante bituminoso, dovrà essere stabilita in base ad uno studio preliminare di laboratorio.

Le prescrizioni relative alle miscele di progetto sono riportate nella tabella seguente. Esse si riferiscono a campioni compattati con pressa a taglio giratorio utilizzata con pressione verticale pari a 600 kPa, angolo di deviazione pari a  $1,25 \pm 0,02^\circ$ , velocità di rotazione pari a 30 rpm, diametro della fustella pari a 150 mm (come da Norma UNI EN 12697-31).

*Prescrizioni relative alla caratteristiche volumetriche dei conglomerati bituminosi tradizionali per binder/usura*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	
			Binder	Usura
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	10-14	10-14
Vuoti a 100 rotazioni (Dg)	UNI EN 12697-31	%	3-5	4-6
Vuoti a 180 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	$\geq 2$	$\geq 2$
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C (dopo 15 giorni di immersione in acqua)	UNI EN 12697-23	%	$\leq 25$	$\leq 25$

### 18.13.2 Modalità esecutive

- Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione delle miscele di progetto di conglomerato bituminoso che intende adottare. Ciascuna miscela proposta dovrà essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che dovrà comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio Ufficiale, attestanti il possesso dei requisiti elencati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Ad ogni variazione delle caratteristiche dei componenti delle miscele, dovrà fare seguito un nuovo studio relativo sia ai singoli componenti, sia alle nuove miscele di progetto.

Una volta accettate da parte della Direzione Lavori le miscele di progetto, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad esse, adottando tutte le misure necessarie per rispettare i limiti di variabilità imposti alla percentuale di legante ed alla granulometria degli aggregati.

Nella curva granulometrica sono ammessi scostamenti delle singole percentuali dell'aggregato grosso  $\pm 3$ ; sono ammessi scostamenti dell'aggregato fino contenuti in  $\pm 2$ . Per la percentuale di bitume è tollerato uno scostamento di  $\pm 0.25$ .

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

- Confezione e posa in opera delle miscele

Le miscele di conglomerato bituminoso tradizionale per binder e tappeto di usura dovranno essere confezionate mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

L'impianto dovrà comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate negli studi presentati ai fini dell'accettazione. Ogni impianto dovrà assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione oltre al perfetto dosaggio del legante. Nel caso di eventuale impiego di conglomerato riciclato l'impianto deve essere attrezzato per il riscaldamento separato del materiale riciclato, ad una temperatura compresa tra 90°C e 110 °C.

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

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione dovrà essere compresa tra 160 e 180°C e quella del legante tra 150 e 170°C. 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 superare lo 0,25% in peso.

Prima della realizzazione di ciascuno strato in conglomerato bituminoso è necessario preparare la superficie di stesa allo scopo di garantire una adeguata adesione all'interfaccia.

Nel caso del conglomerato bituminoso per strato di base la preparazione della superficie di stesa consisterà nella accurata pulizia per l'eliminazione di ogni eventuale elemento contaminante. In particolare, dovrà essere rimossa la sabbia eventualmente non trattenuta dall'emulsione stesa precedentemente a protezione del sottostante strato in misto cementato.

Nel caso del conglomerato bituminoso per strato di collegamento, oltre ad eseguire le su citate operazioni di pulizia, si dovrà provvedere alla realizzazione di una mano d'attacco mediante l'impiego di emulsione bituminosa da bitume modificato.

Le caratteristiche dell'emulsione da impiegare a tale scopo sono riportate nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative all'emulsione da bitume modificato da impiegarsi per la realizzazione della mano d'attacco (tra base e collegamento)*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Polarità	UNI EN 1430	%	positiva
Contenuto di bitume	UNI EN 1431	%	≥ 65
Sedimentazione a 7 giorni	UNI EN 12847	%	≤ 10
Residuo bituminoso per evaporazione	UNI EN 13074		
Penetrazione a 25 °C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	> 65
Ritorno elastico a 25 °C	UNI EN 13398	%	> 75

Lo spandimento dell'emulsione dovrà essere effettuato con apposite macchine spanditrici automatiche in modo tale che il bitume residuo risulti pari a  $0,4 \pm 0,1$  kg/m<sup>2</sup>.

A discrezione della Direzione Lavori, sulla mano d'attacco si dovrà provvedere allo spandimento, con apposito mezzo, di graniglia prebitumata avente pezzatura 4/8 mm, in quantità di circa 6-8 l/m<sup>2</sup>, per consentire il transito dei mezzi di stesa.

La posa in opera delle miscele di conglomerato bituminoso dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non dovrà essere mai superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Lo spessore dello strato dovrà essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura alla formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. 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 con quelli degli strati sottostanti dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente interessate dalle ruote dei veicoli pesanti.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento 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 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 140 °C.

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

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

La compattazione del conglomerato dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni.

Il costipamento dovrà essere realizzato preferibilmente con rullo gommato, ma potranno essere utilizzati anche rulli con ruote metalliche vibranti e/o combinati, di idoneo peso in modo da assicurare il raggiungimento delle densità richieste. 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, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni.

Il conglomerato per strato di collegamento verrà posto in opera al di sopra dello strato di base solo dopo che sia stata accertata dalla Direzione Lavori la rispondenza di quest'ultimo ai requisiti di quota, sagoma, densità e portanza indicati in progetto.

- Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi tradizionali e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato sciolto al momento della stesa, su carote estratte dalla stesa e con prove in situ eseguite sullo strato finito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella finale. Ogni prelievo dovrà essere costituito da due campioni; un campione verrà utilizzato per i controlli presso il Laboratorio a tale scopo incaricato, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per la conservazione delle campionature dovranno essere adottati, in cantiere e presso il Laboratorio, tutte le misure necessarie per evitare che essi abbiano ad alterarsi nel tempo.

Sui materiali costituenti dovranno essere verificate le caratteristiche specificate al punto precedente.

Per le miscele di conglomerato bituminoso tradizionale verranno determinate la percentuale di legante, la granulometria degli aggregati estratti, nonché le caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio. I provini confezionati mediante l'apparecchiatura Pressa Giratoria devono essere sottoposti a prova di rottura diametrale a 25°C (Brasiliana).

In mancanza della Pressa Giratoria vengono effettuate prove Marshall: peso di volume (Dm), stabilità e rigidezza (CNR 40/73); percentuale dei vuoti residui (CNR 39/73); resistenza alla trazione indiretta (Prova Brasiliana – CNR 134/91).

Dopo la stesa la Direzione dei Lavori preleverà le carote per il controllo delle caratteristiche del conglomerato e la verifica degli spessori.

Sulle carote vengono determinati oò peso di volume, la percentuale dei vuoti residui e lo spessore, facendo la medi adelle misure (quattro per ogni carota) scartando i valori con spessore in eccesso, rispetto a quello di progetto, di oltre il 5%.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto verrà applicata, per tutto il tratto omogeneo, una detrazione del 2.5% del prezzo di elenco per ogni mm di materiale mancante.

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

Per valori dei vuoti, determinati sulle carote, superiori a quelli previsti (ottenuti dalla miscela di progetto proposit adall'impresa) verrà applicata una detrazioen del 2.5% del prezzo di elenco per ogni 0,5% di vuoti in più, fino al valore massimo accettabile del 12%.

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

Le caratteristiche di tessitura e di aderenza superficiale dello strato verranno valutate come da UNI EN 13036-1 (tecnica volumetrica ad impronta) e UNI EN 13036-4 (metodo del pendolo). Le misure dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico. Per ciascun tratto relativo ad una giornata di lavorazione ed a una miscela, il valore medio della profondità media di tessitura (MTD) dovrà risultare non inferiore a 0,5 mm, mentre il valore del PTV (Pendulum Test Value) dovrà risultare non inferiore a 65.

Il mancato rispetto di uno dei due requisiti su indicati, relativi a tessitura ed aderenza superficiale dello strato, comporterà una detrazione del 15% del prezzo di elenco relativo allo strato di collegamento e tappeto di usura. Nel caso in cui il valore medio del MTD o del PTV siano inferiori a 0,3 mm o 50, si dovrà procedere alla rimozione ed al rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

Le detrazioni derivanti dai vari controlli su riportati sono cumulabili.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere l'esecuzione, sulla pavimentazione finita, di prove per la valutazione delle caratteristiche di portanza mediante attrezzatura FWD (Falling Weight Deflectometer). Le corrispondenti procedure di back-calculation, finalizzate alla determinazione dei moduli elastici dei singoli strati, dovranno tenere conto dei loro effettivi spessori. Questi ultimi saranno desunti da rilievi effettuati mediante attrezzatura GPR (Ground Penetrating Radar), il cui impiego sarà integrato dal prelievo di un idoneo numero di carote di taratura.

*Ubicazione e frequenza di prelievi e prove (conglomerati bituminosi per pavimentazioni perpetue per binder/usura)*

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO O PROVA	FREQUENZA	GRANDEZZE VALUTATE
Aggregato grosso	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b> .
Aggregato fine	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b>
Filler	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b>
Bitume	Impianto	Settimanale oppure ogni 2500 mc di stesa	v. <b>Tabella</b>

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Miscela di conglomerato bituminoso tradizionale	Vibrofinitrice	Giornaliera oppure ogni 5000 mq di stesa (10000 mq per tappeto di usura)	Caratteristiche risultanti dallo studio della miscela
Carote dello strato in conglomerato bituminoso x spessori	Pavimentazione	Ogni 200 m di fascia di stesa	Spessore; Massa volumica.
Pavimentazione	Pavimentazione	Ogni 1000 m di fascia di stesa	Regolarità superficiale.
Pavimentazione	Pavimentazione	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa	Macrotessitura (MTD); Aderenza superficiale (PTV)

## STRATO DI USURA IN CONGLOMERATO BITUMINOSO DEL TIPO “SPLITTMASTIX”

I conglomerati bituminosi per strati di usura del tipo “splittmastix” sono costituiti da una miscela di aggregati lapidei di primo impiego, da bitume modificato e da fibre stabilizzanti.

### 18.14.1 Materiali costituenti e loro qualificazione

- Aggregati lapidei

Gli aggregati lapidei utilizzati per la costituzione della miscela di conglomerato bituminoso del tipo “splittmastix” dovranno essere identificati secondo quanto stabilito dalla Norma UNI EN 13043. In particolare, agli aggregati grossi ed agli aggregati fini verrà associata la denominazione d/D, ove d è la dimensione (in mm) dello staccio inferiore e D è quella (in mm) dello staccio superiore.

I criteri di accettazione vengono differenziati a seconda che si tratti di aggregati grossi (con  $d \geq 2$  e  $D \leq 45$ ), di aggregati fini ( $D \leq 2$ ) o di filler.

L'aggregato grosso potrà essere costituito da elementi ottenuti dalla frantumazione di rocce di cava massive o di origine alluvionale, oppure da elementi naturali a spigoli vivi. Tali elementi potranno essere di provenienza o natura petrografica diversa purché, per ogni tipologia, risultino soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente.

#### Prescrizioni relative agli aggregati grossi per conglomerato bituminoso del tipo “splittmastix”

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Resistenza alla frammentazione (Los Angeles)	UNI EN 1097-2	%	$\leq 20$	LA <sub>20</sub>
Percentuale di superfici frantumate	UNI EN 933-5	%	100	C <sub>100/0</sub>
Dimensione massima	UNI EN 933-1	mm	15	-
Passante allo staccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	$\leq 1$	f <sub>1</sub>
Resistenza al gelo e disgelo	UNI EN 1367-1	%	$\leq 1$	F <sub>1</sub>
Affinità aggregato-legante	CNR 138/92	-	0	-
Indice di appiattimento	UNI EN 933-3	%	$\leq 20$	FL <sub>20</sub>
Assorbimento d'acqua	UNI EN 1097-6	%	$\leq 1,5$	WA <sub>242</sub>
Valore di levigabilità	UNI EN 1097-8	%	$\geq 45$	PSV <sub>45</sub>

In deroga a quanto indicato nella UNI EN 13043, è permesso l'impiego, come aggregato fine, anche di aggregati in frazione unica con dimensione massima D pari a 4 mm. L'aggregato fine potrà essere costituito esclusivamente da elementi di frantumazione, e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni indicate nella Tabella seguente.

#### Prescrizioni relative agli aggregati fini per conglomerato bituminoso del tipo “splittmastix”

Grandezza	Normativa	Unità di	Prescrizione	Categoria
-----------	-----------	----------	--------------	-----------



		misura		UNI EN 13043
Equivalente in sabbia	UNI EN 933-8	%	≥ 80	-
Quantità di frantumato	CNR 109/85	%	100	-
Passante al setaccio da 0,063 mm	UNI EN 933-1	%	≤ 3	f <sub>3</sub>

Il filler, frazione per la maggior parte passante allo staccio da 0,063 mm, potrà provenire dalla frazione fine degli aggregati oppure potrà essere costituito da polvere di roccia, preferibilmente calcarea, da cemento, calce idrata o calce idraulica. In ogni caso la granulometria del filler dovrà essere conforme a quella prevista dalla norma UNI EN 13043 e dovranno essere soddisfatte le prescrizioni contenute nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative al filler per conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix"*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione	Categoria UNI EN 13043
Indice di plasticità	UNI CEN ISO/TS 17892-12	%	N.P.	-
Porosità del filler secco compattato (Rigden)	UNI EN 1097-4	%	28-45	V <sub>28/45</sub>
Stiffening Power -Rapporto filler/legante = 1,5	UNI EN 13179-1	°C	≥ 8	Δ <sub>R&amp;B</sub> 8/16
Passante allo 0.063	UNI EN 933-1	%	≥ 80	-

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione degli aggregati (grossi e fini) e del filler tramite certificazione, attestante i requisiti su indicati, rilasciata da un Laboratorio Ufficiale.

- Legante bituminoso

Dovrà essere impiegato un legante bituminoso modificato con polimeri avente caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni contenute nella Tabella seguente.

*Prescrizioni relative al legante bituminoso modificato per conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix"*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Penetrazione a 25°C	UNI EN 1426	dmm	50-70
Punto di rammollimento	UNI EN 1427	°C	≥ 65
Punto di rottura (Fraass)	UNI EN 12593	°C	≤ -15
Ritorno elastico a 25°C	UNI EN 13398	%	≥ 75
Viscosità dinamica a 160°C, (γ = 50 s <sup>-1</sup> )	UNI EN 13702-1	Pa·s	≥ 0,4
Stabilità allo stoccaggio (3 gg a 180°C)	UNI EN 13399	°C	≤ 0,5
<b>Valori dopo RTFOT (UNI EN 12607-1)</b>			
Volatilità	UNI EN 12607-1	%	≤ 0,5
Penetrazione residua a 25°C	UNI EN 1426	%	≥ 60
Incremento del punto di Rammollimento	UNI EN 1427	°C	≤ 5

Ai fini dell'accettazione, prima dell'inizio dei lavori, l'Impresa è tenuta a predisporre la qualificazione del legante tramite certificazione, attestante i requisiti su indicati, rilasciata dal produttore o da un Laboratorio Ufficiale.

- Fibre

All'interno della miscela di conglomerato del tipo "splittmastix" dovranno essere impiegate fibre di cellulosa aventi la funzione di stabilizzazione del mastice legante costituito dal bitume modificato e dal filler.

- Miscela

La miscela di aggregati da adottarsi per la realizzazione del conglomerato di tipo "splittmastix" dovrà avere una composizione granulometrica degli elementi contenuta nel fuso riportato in Tabella seguente.

*Prescrizioni relative alla curva granulometrica degli aggregati del conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix"*

Apertura dello staccio [mm]	Passante [%]
20	100
16	95-100
14	92-100
12,5	90-100
10	55-78
8	48-70
6,3	40-63
4	28-50
2	20-30
1	16-26
0,5	13-23
0,063	8-12

Il fuso indicato in Tabella precedente potrà essere impiegato per spessori di progetto dello strato di usura non inferiori a 30 mm. Per spessori inferiori a tale valore, e comunque superiori a 20 mm, il passante allo staccio 12,5 mm dovrà essere pari al 100%.

La percentuale di legante, riferita al peso complessivo degli aggregati e del filler, dovrà essere compreso tra il 6,5 ed il 7,5%. La percentuale delle fibre stabilizzanti, riferita al peso complessivo degli aggregati, dovrà essere compreso tra lo 0,25% e lo 0,40%.

La composizione della miscela di progetto, espressa in termini di percentuali delle varie classi di aggregato, del filler e del legante bituminoso, dovrà essere stabilita in base ad uno studio sperimentale preliminare di laboratorio.

Le prescrizioni relative alla miscela di progetto di conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix" sono riportate in Tabella seguente. Esse si riferiscono a campioni compattati con pressa a taglio girevole utilizzata con pressione verticale pari a 600 kPa, angolo di deviazione pari a  $1,25 \pm 0,02^\circ$ , velocità di rotazione pari a 30 rpm, diametro della fustella pari a 150 mm (come da Norma UNI EN 12697-31).

*Prescrizioni relative alle caratteristiche volumetriche e meccaniche della miscela di conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix"*

Grandezza	Normativa	Unità di misura	Prescrizione
Vuoti a 10 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	8-12
Vuoti a 50 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	2-4
Vuoti a 130 rotazioni	UNI EN 12697-31	%	≥ 2
Perdita di resistenza a trazione indiretta a 25°C (dopo 15 giorni di immersione in acqua)	UNI EN 12697-23	%	≤ 25

#### 18.14.2 Modalità esecutive

- Accettazione delle miscele

L'Impresa è tenuta a presentare alla Direzione Lavori, con congruo anticipo rispetto all'inizio delle lavorazioni e per ciascun cantiere di produzione, la composizione della miscela di progetto di conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix" che intende adottare. Ciascuna miscela proposta dovrà essere corredata da una documentazione dello studio di composizione effettuato, che dovrà comprendere i risultati delle prove sperimentali, effettuate presso un Laboratorio Ufficiale, attestanti il possesso dei requisiti elencati al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Ad ogni variazione delle caratteristiche dei componenti della miscela, dovrà fare seguito un nuovo studio relativo sia ai singoli componenti, sia alla nuova miscela di progetto.

Una volta accettata da parte della Direzione Lavori la miscela di progetto, l'Impresa dovrà rigorosamente attenersi ad essa, adottando tutte le misure necessarie per rispettare i limiti di variabilità imposti alla percentuale di legante ed alla granulometria degli aggregati.

- Confezione e posa in opera delle miscele

Il conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix" dovrà essere confezionato mediante impianti fissi automatizzati, di idonee caratteristiche, mantenuti sempre perfettamente funzionanti in ogni loro parte.

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

L'impianto deve comunque garantire uniformità di produzione ed essere in grado di realizzare le miscele rispondenti a quelle indicate nello studio presentato ai fini dell'accettazione. Ogni impianto deve assicurare il riscaldamento del legante alla temperatura richiesta ed a viscosità uniforme fino al momento della miscelazione, oltre al perfetto dosaggio del legante.

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

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

La temperatura degli aggregati all'atto della miscelazione deve essere compresa tra 170°C e 190°C e quella del legante tra 160°C e 190°C. Per la verifica delle suddette temperature, gli essiccatori, le caldaie e le tramogge degli impianti devono essere muniti di termometri fissi perfettamente funzionanti e periodicamente tarati.

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

Prima della realizzazione del manto con conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix", si dovrà provvedere ad una accurata pulizia della sottostante superficie eliminando anche l'eventuale preesistente segnaletica orizzontale. Si dovrà quindi trattare la superficie di stesa, allo scopo di garantire la perfetta adesione ad essa dello strato di usura, mediante la realizzazione di una membrana di assorbimento degli sforzi (SAMI) oppure mediante la realizzazione di una mano d'attacco con emulsione bituminosa da bitume modificato. Le prescrizioni relative a tali trattamenti, ai relativi materiali ed alle modalità di posa in opera e controllo sono riportate nei corrispondenti articoli delle Norme Tecniche.

La posa in opera del conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix" dovrà essere effettuata a mezzo di macchine vibrofinitrici in perfetto stato di efficienza e dotate di automatismi di autolivellamento. La velocità di avanzamento delle vibrofinitrici non dovrà essere mai superiore ai 3-4 m/min con alimentazione continua del conglomerato.

Lo spessore dello strato dovrà essere posato per la sua intera altezza con un'unica passata, limitando il più possibile le interruzioni della stesa ed evitando interventi manuali per la correzione delle anomalie.

Per evitare un raffreddamento troppo rapido del conglomerato bituminoso dovrà essere interdetta la stesa sia in caso di precipitazioni sia in caso di temperatura ambiente inferiore a 15°C. Per lo stesso motivo, nel caso in cui le vibrofinitrici si fermino per più di 15 minuti o se intercorrano più di 15 minuti tra la fine dello scarico di un autocarro e l'inizio dello scarico del successivo, le vibrofinitrici dovranno essere allontanate dal manto per permettere la compattazione dell'area.

Il conglomerato eventualmente compromesso dovrà essere immediatamente rimosso e, successivamente, lo strato deve essere ricostruito a spese dell'Impresa.

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

Nella stesa si dovrà porre la massima cura nella formazione dei giunti longitudinali preferibilmente ottenuti mediante tempestivo affiancamento di una strisciata alla precedente. 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 con quelli degli strati sottostanti dovrà essere programmata e realizzata in maniera che essi risultino fra di loro sfalsati di almeno 20 cm e non cadano mai in corrispondenza delle due fasce della corsia di marcia normalmente

interessata dalle ruote dei veicoli pesanti. Eccezionalmente si potrà riscaldare il bordo della striscia adiacente già stesa con il ristuccatore a raggi infrarossi montato sulla finitrice.

Il trasporto del conglomerato dall'impianto di confezionamento 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 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 150°C.

La compattazione del conglomerato dovrà iniziare appena steso dalla vibrofinitrice e condotta a termine senza interruzioni. Il costipamento dovrà essere realizzato mediante rullo statico a ruote metalliche di tipo e peso adeguati per assicurare la percentuale di vuoti richiesta, nonché la rifinitura dei giunti e delle riprese. 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 dello strato dovrà presentarsi, dopo la compattazione, priva di irregolarità ed ondulazioni. Un'asta rettilinea lunga 4 m posta in qualunque direzione sulla superficie finita di ciascuno strato dovrà aderirvi uniformemente e sarà tollerato uno scostamento massimo di 5 mm.

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

- Controlli

Il controllo della qualità dei conglomerati bituminosi di tipo "splittmastix" e della loro posa in opera, dovrà essere effettuato mediante prove di laboratorio sui materiali costituenti, sulla miscela prelevata allo stato sciolto al momento della stesa, su carote estratte dalla stesa e con prove in situ eseguite sullo strato finito.

L'ubicazione dei prelievi e la frequenza delle prove sono indicati nella Tabella finale. Ogni prelievo dovrà essere costituito da due campioni; un campione verrà utilizzato per i controlli presso il Laboratorio a tale scopo incaricato, l'altro resterà a disposizione per eventuali accertamenti e/o verifiche tecniche successive.

Per la conservazione delle campionature dovranno essere adottati, in cantiere e presso il Laboratorio, tutte le misure necessarie per evitare che essi abbiano ad alterarsi nel tempo.

Per i materiali costituenti dovranno essere verificate le caratteristiche specificate al punto **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Per la miscela di conglomerato bituminoso verranno determinate la percentuale di legante, la granulometria degli aggregati estratti, nonché le caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati in laboratorio con pressa a taglio giratorio.

Con riferimento alla granulometria degli aggregati contenuti nella miscela di progetto, saranno ammesse variazioni assolute delle singole percentuali dei passanti ai vari setacci contenute entro il 3% per l'aggregato grosso (diametro superiore a 2 mm), entro il 2% per l'aggregato fine (diametro inferiore a 2 mm) ed entro l'1,5% per il filler. In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli indicati prima.

Con riferimento alla percentuale di legante della miscela di progetto, saranno ammesse variazioni assolute contenute entro lo 0,25%. In ogni caso dovranno essere soddisfatti i vincoli indicati prima.

Per quel che riguarda le caratteristiche volumetriche e meccaniche dei campioni preparati con pressa a taglio giratorio, dovranno essere soddisfatti i requisiti indicati in Tabella “Prescrizioni relative alle caratteristiche volumetriche e meccaniche della miscela di conglomerato bituminoso del tipo “splittmastix”

Il mancato rispetto dei requisiti su indicati, relativi a percentuale di legante, granulometria degli aggregati estratti e caratteristiche volumetriche e meccaniche dei campioni compattati con pressa a taglio giratorio, comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato a cura e spese dell’Impresa.

Ad integrazione dei controlli precedentemente illustrati, utilizzando idonee campionature di conglomerato bituminoso prelevato dalla vibrofinitrice dovranno essere eseguite prove di caratterizzazione prestazionale della miscela, i cui risultati forniranno elementi utili per valutazioni di carattere strutturale.

In particolare dovranno essere eseguite prove per la valutazione delle caratteristiche volumetriche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio (come da Norma UNI EN 12697-31), della loro rigidità (come da Norma UNI EN 12697-26, nella configurazione di trazione indiretta, alle temperature di 10, 20 e 30°C), e dell’accumulo di deformazioni permanenti a 40°C (come da Norma UNI EN 12697-22 e UNI EN 12697-25, alla temperatura di 40°C). Per la preparazione dei campioni di prova si farà riferimento alla medesima densità rilevata sulle carote prelevate dallo strato finito.

Per il controllo dello strato messo in opera si provvederà alla valutazione della massa volumica raggiunta in situ mediante prove eseguite su carote prelevate dallo strato. Per ogni miscela messa in opera (anche in più giornate di lavorazione) il valore di tale grandezza in almeno il 95% dei punti di misura dovrà risultare non inferiore al 98% del valore di riferimento misurato in laboratorio sulla miscela di progetto. Tale valore di riferimento sarà indicato nello studio di miscela dell’Impresa, sottoposto, prima dell’inizio dei lavori, all’approvazione ed accettazione della Direzione Lavori.

Nel caso in cui il grado di addensamento sia inferiore al 98% verrà applicata, per tutto il tratto cui si riferiscono i controlli, una detrazione del 7,5% del prezzo di elenco per ogni punto percentuale di differenza tra il valore di accettazione (98%) ed il valore del grado di addensamento effettivamente raggiunto. Valori del grado di addensamento inferiori al 95% comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a spese dell’Impresa.

Per quel che riguarda la regolarità superficiale, la superficie finita dello strato di usura in conglomerato del tipo “splittmastix” dovrà risultare perfettamente piana, con scostamenti rispetto ai piani di progetto non superiori a 5 mm, controllati a mezzo di un regolo di 4 m di lunghezza e disposto secondo due direzioni ortogonali (UNI EN 13036-7).

Il mancato rispetto di tale requisito comporterà la rimozione ed il rifacimento dello strato a cura e spese dell’Impresa.

La verifica dello spessore dello strato in conglomerato bituminoso del tipo “splittmastix” verrà effettuata mediante misure dirette eseguite su carote prelevate dallo strato finito. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di integrare e/o sostituire tali misure con rilievi in continuo effettuati con apparecchiatura Ground Penetrating Radar (GPR). In tal caso, per garantire una sufficiente significatività delle corrispondenti determinazioni, la Direzione

Lavori provvederà a definire il piano dei rilievi GPR e delle necessarie campagne di carotaggio di calibrazione.

Per spessori medi inferiori a quelli di progetto si applicherà, per tutto il tratto cui si riferiscono i controlli (realizzato con la medesima miscela, messa in opera anche in più giornate di lavorazione), una detrazione del 2,5% del prezzo di elenco per ogni millimetro di materiale mancante. Carenze medie di spessore superiori ai 5 millimetri rispetto allo spessore di progetto comporteranno la rimozione dello strato e la successiva ricostruzione a cura e spese dell'Impresa.

Alle detrazioni su riportate dovranno essere aggiunte quelle di natura contabile, derivanti dalla posa in opera di quantitativi di materiali inferiori a quelli previsti in progetto.

Le caratteristiche di tessitura e di aderenza superficiale dello strato verranno valutate come da UNI EN 13036-1 (tecnica volumetrica ad impronta) e UNI EN 13036-4 (metodo del pendolo). Le misure dovranno essere effettuate in un periodo di tempo compreso tra il 15° ed il 180° giorno dall'apertura al traffico. Per ciascun tratto relativo ad una giornata di lavorazione ed a una miscela, il valore medio della profondità media di tessitura (MTD) dovrà risultare non inferiore a 0,5 mm, mentre il valore del PTV (Pendulum Test Value) dovrà risultare non inferiore a 65.

Il mancato rispetto di uno dei due requisiti su indicati, relativi a tessitura ed aderenza superficiale dello strato, comporterà una detrazione del 15% del prezzo di elenco relativo allo strato di usura in conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix". Nel caso in cui il valore medio del MTD o del PTV siano inferiori a 0,3 mm o 50, si dovrà procedere alla rimozione ed al rifacimento dello strato a cura e spese dell'Impresa.

Le detrazioni derivanti dai vari controlli su riportati sono cumulabili.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di richiedere l'esecuzione, sulla pavimentazione finita, di prove per la valutazione delle caratteristiche di portanza mediante attrezzatura FWD (Falling Weight Deflectometer). Le corrispondenti procedure di back-calculation, finalizzate alla determinazione dei moduli elastici dei singoli strati, dovranno tenere conto dei loro effettivi spessori. Questi ultimi saranno desunti da rilievi effettuati mediante attrezzatura GPR (Ground Penetrating Radar), il cui impiego sarà integrato dal prelievo di un idoneo numero di carote di taratura.

*Ubicazione e frequenza di prelievi e prove (conglomerato bituminoso del tipo "splittmastix")*

TIPO DI CAMPIONE	UBICAZIONE PRELIEVO O PROVA	FREQUENZA	GRANDEZZE VALUTATE
Aggregato grosso	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, e almeno ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella
Aggregato fine	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, e almeno ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella
Filler	Impianto	Iniziale, nel caso di cambiamento del fornitore, e almeno ogni 30000 m <sup>2</sup> di stesa.	v. Tabella
Bitume	Impianto	Iniziale e almeno ogni	v. Tabella

Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

		10000 m <sup>2</sup> di stesa.	
Miscela di conglomerato bituminoso	Vibrofinitrice	Giornaliera e almeno ogni 5000 m <sup>2</sup> di stesa.	Percentuale di legante; Granulometria degli aggregati estratti; Caratteristiche volumetriche e meccaniche di campioni compattati con pressa a taglio giratorio.
Carote dello strato in conglomerato bituminoso	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa.	Spessore; Massa volumica.
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 100 m di fascia di stesa	Regolarità superficiale.
-	Strato finito	Giornaliera e almeno ogni 200 m di fascia di stesa	Macrotessitura (MTD); Aderenza superficiale (PTV)



## 18.15 SIGILLATURA DEI GIUNTI SUPERFICIALI

Per garantire l'assoluta impermeabilità della pavimentazione è prevista la sigillatura dei giunti superficiali di costruzione tra le strisciate di stesa ed in adiacenza ai marciapiedi e/o ai cordoli laterali.

Tale operazione verrà effettuata mediante bitumi modificati con plastificanti o con polimeri elastomerici, colati a caldo. A tale scopo dovranno essere utilizzate idonee attrezzature in grado di effettuare operazioni di pulitura dei giunti, riscaldamento delle pareti e colatura del sigillante fino alla loro completa otturazione.

In particolare, queste attrezzature devono essere costituite da un compressore di 4000 litri/minuto che, attraverso una lancia munita di dispositivo di riscaldamento a G.P.L. o propano, eroghi aria calda a 1000° C ed alla velocità di 370 m/s e da una caldaia munita di sistema di riscaldamento regolabile capace di mantenere costante ed uniforme la temperatura del prodotto.

Con il getto di aria calda immesso nei giunti per mezzo della lancia termica si dovrà procedere alla perfetta e profonda pulitura del giunto, alla eliminazione di eventuali tracce di umidità ed al riscaldamento delle pareti ad una temperatura intorno agli 80°C.

Il sigillante, del tipo bitume modificato con gomma e polimeri vari e plastificante per giunti visco-elastici, uniformemente riscaldato alla temperatura di consistenza fluida, sarà versato con apposito dispositivo all'interno del giunto fino alla sua completa otturazione assicurando la saturazione di eventuali microlesioni superficiali ai bordi del giunto stesso con la creazione di una striscia continua della larghezza variabile da 5 a 10 cm.

Nel caso in cui si eseguano lavori di sacrificia e rifacimento della pavimentazione e non sia possibile l'asportazione della pavimentazione sull'intera larghezza della carreggiata a causa della presenza di ostacoli laterali (quali ad esempio le barriere di sicurezza), oltre alla su citata sigillatura si dovrà provvedere al trattamento del cordolo di pavimentazione residua mediante spandimento sulla superficie di emulsione da bitume modificato, avente la funzione di protezione e totale impermeabilizzazione. Tale trattamento dovrà essere tale da riguardare anche la parete verticale dell'adiacente cordolo in calcestruzzo.

Per tale operazione si impiegherà emulsione da bitume modificato con un dosaggio pari a 0,8 kg/m<sup>2</sup>.



## 19. BARRIERE METALLICHE, PARAPETTI E RECINZIONI

### 19.1 Barriere metalliche

I progetti e le relative esecuzioni devono attenersi rigorosamente a quanto prescritto dal Decreto Ministeriale dei Lavori Pubblici n. 223 del 18 febbraio 1992 e dalle successive integrazioni e modificazioni. Le barriere ed i dispositivi, a seconda della loro destinazione ed ubicazione, devono corrispondere a quanto prescritto nelle "Istruzioni Tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali" allegate al Decreto sopracitato e aggiornate periodicamente ai sensi dell'art. 8 del medesimo Decreto. Le protezioni dovranno essere realizzate secondo quanto previsto dal progetto e con dispositivi che abbiano conseguito il Certificato d'Omologazione rilasciato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti – Direzione Generale della Motorizzazione e della Sicurezza del Trasporto Terrestre. In attesa che le disposizioni del D.M. n. 223/92 e s.m.i. acquistino efficacia operativa per tutte le tipologie di dispositivi di sicurezza, per le tipologie per le quali non siano state ancora emanate le circolari previste dall'art. 9 del suddetto decreto ministeriale, potranno essere utilizzati dispositivi omologati ovvero per i quali dovranno essere presentati adeguati rapporti di crash test rilasciati da campi prova dotati di certificazione secondo le norme ISO EN 17025 che certifichino la rispondenza dei dispositivi stessi alle norme UNI EN 1317 parti 1, 2, 3 e 4. Gli interventi compreso quelli relativi alle barriere amovibili, nonostante la mobilità del sistema, avranno le caratteristiche dell'impianto di tipo "definitivo" per cui il materiale impiegato, in particolare per le barriere metalliche, dovrà essere esclusivamente di nuova produzione. Ai fini della produzione ed accettazione, tutti i dispositivi di sicurezza, omologati o meno, secondo quanto previsto dal DM n. 223/92 e s.m.i. e delle relative "Istruzioni Tecniche", dovranno essere costruiti da produttori dotati di un sistema di controllo della produzione in fabbrica certificato ai sensi delle norme della serie ISO EN 9000:2000, con specifico riferimento alla produzione di barriere. Tutti i componenti di un dispositivo di ritenuta devono avere adeguata durabilità mantenendo i loro requisiti prestazionali nel tempo sotto l'influenza di tutte le azioni prevedibili. Per la produzione di serie delle barriere di sicurezza e degli altri dispositivi di ritenuta, i materiali ed i componenti dovranno avere le caratteristiche costruttive descritte nel progetto del prototipo allegato ai certificati di omologazione, nei limiti delle tolleranze previste dalle norme vigenti o dal progettista del dispositivo all'atto della richiesta di omologazione. All'atto dell'impiego dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali, le caratteristiche costitutive dei materiali impiegati dovranno essere certificate mediante prove di laboratorio. Dovranno inoltre essere allegate le corrispondenti dichiarazioni di conformità dei produttori alle relative specifiche tecniche di prodotto. Le barriere e gli altri dispositivi di ritenuta omologati ed installati su strada dovranno essere identificati attraverso opportuno contrassegno, da apporre sulla barriera (almeno uno ogni 100 metri di installazione) o sul dispositivo, e riportante la denominazione della barriera o del dispositivo omologato, il numero di omologazione ed il nome del produttore. Una volta conseguita l'armonizzazione della norma EN 1317 e divenuta obbligatoria la marcatura CE, le informazioni da apporre sul contrassegno saranno quelle previste nella stessa norma EN 1317, parte 5. I dispositivi di sicurezza dovranno essere posati in opera nel rispetto di quanto previsto nel certificato di omologazione, nella documentazione di progetto depositato ai fini dell'ottenimento dell'omologazione, nella documentazione delle prove di crash e nel manuale per l'utilizzo e l'installazione fornito dalla Ditta intestataria del certificato stesso. Nell'installazione sono

tollerate piccole variazioni, rispetto a quanto indicato nei certificati di omologazione, conseguenti alla natura del terreno di supporto o alla morfologia della strada (ad esempio: infissione ridotta di qualche paletto o tirafondo; inserimento di parte dei paletti in conglomerati cementizi di canalette; eliminazione di supporti localizzati conseguente alla coincidente presenza di caditoie per l'acqua o simili). Altre variazioni di maggior entità e comunque limitate esclusivamente alle modalità di ancoraggio del dispositivo di supporto sono comunque possibili. Alla fine della posa in opera dei dispositivi, dovrà essere effettuata una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e da parte del Direttore Lavori anche in riferimento ai materiali costituenti il dispositivo. Tale verifica dovrà risultare da un certificato di corretta posa in opera sottoscritto dalle parti.

#### ***19.1.1 Accettazione dei materiali***

L'accettazione di tutti i materiali sarà regolata, oltre a quanto stabilito nelle premesse, anche dalle norme descritte nei successivi articoli. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori; ciò stante l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto possa dipendere dalla qualità dei materiali stessi. La Direzione Lavori si riserva la facoltà di svolgere ispezioni in officina per constatare la rispondenza dei materiali impiegati alle attestazioni nonché la regolarità delle lavorazioni. La qualità dei materiali sarà verificata tutte le volte che la Direzione Lavori lo riterrà opportuno.

#### ***19.1.2 Qualità dei materiali***

##### ***19.1.2.1 Caratteristiche dell'acciaio.***

L'acciaio impiegato per le barriere dovrà essere esente da difetti come bolle di fusione e scalfitture e di tipo extra, per qualità, spessori e finiture. La qualità deve essere di tipo UNI EN 10025 - S275 JR (ex Fe 430 B UNI 7070), o di qualità UNI EN 10025 - S235 (ex Fe 360 B UNI 7070). L'acciaio impiegato per la costruzione degli elementi metallici dovrà avere inoltre attitudine alla zincatura, secondo quanto previsto dalle Norme NF A 35-303 : 1994 - Classe 1. Per ogni partita di materiale impiegato, l'Impresa dovrà presentare un attestato di qualità dell'acciaio rilasciato dalla ferriera di provenienza e sottoscritto dal legale rappresentante del fornitore.

##### ***19.1.2.2 Tolleranze dimensionali.***

Nella costruzione dei profilati d'acciaio formati a freddo si dovranno rispettare le prescrizioni e le tolleranze previste dalle norme UNI 10162/2006. Per le tolleranze di spessore, si riterranno validi i valori riportati di seguito: Lamiera o nastri fino a 3,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,05$  mm; Lamiera o nastri da 3,50 mm a 7,00 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,10$  mm; Lamiera o nastri oltre 7,50 mm - Tolleranza di spessore ammessa  $\pm 0,15$  mm.

##### ***19.1.2.3 Unioni bullonate.***

La bulloneria impiegata dovrà essere della classe 8.8 UNI 3740.

##### ***19.1.2.4 Unioni saldate.***

I collegamenti tra elementi metallici da effettuarsi mediante saldatura dovranno essere del tipo a penetrazione ed effettuati nel rispetto delle norme tecniche vigenti. In particolare

l'Impresa, qualora non espressamente descritto nei disegni di progetto, dovrà rispettare le Norme sopra richiamate, tenendo presente di volta in volta, le caratteristiche generali e particolari delle saldature stesse, ivi compresi, qualità e spessori dei materiali, procedimenti, tipi di giunto e classi di saldatura.

#### ***19.1.2.5 Zincatura.***

Il rivestimento delle superfici dei profilati a freddo sarà ottenuto con zincatura a bagno caldo il quale dovrà presentarsi uniforme, perfettamente aderente, senza macchie, secondo le norme UNI EN ISO 1461/09. Le quantità minime di rivestimento di zinco per unità di superficie sono riportate nel prospetto D.1 della suddetta Norma. Lo zinco impiegato per i rivestimenti dovrà essere di qualità Zn 99,95 UNI 1179/05.

#### ***19.1.2.6 Caratteristiche della rete e dei fili metallici.***

La rete e i fili saranno zincati a caldo secondo le caratteristiche della classe P (zincatura pesante) delle Norme UNI 10244-2/09. In particolare la quantità minima accettabile della massa di zinco dovrà essere di 230 gr/m<sup>2</sup>. Il rivestimento protettivo della rete e dei fili sarà costituito da zinco di qualità Zn 99,95 UNI 1179/05, oppure da una lega eutettica di zinco ed alluminio. In questo caso la percentuale d'alluminio presente nella lega non dovrà superare il 5%.

### ***19.1.3 - Modalità d'esecuzione***

#### ***19.1.3.1 Barriere per banchine centrali e laterali***

La barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada entro il margine della pavimentazione stradale. I nastri saranno collegati fra di loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature; il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico. Il serraggio dei bulloni potrà avvenire anche con chiave pneumatica purché sia assicurata una coppia finale di almeno 10 kg•m da verificare con chiave dinamometrica su un proporzionato numero di bulloni. Sul bordo superiore dei nastri saranno applicati dei delineatori con elementi rifrangenti segnalimite, i quali dovranno essere preventivamente omologati secondo le norme vigenti ed accettati dalla Direzione Lavori. Saranno costituiti da un supporto in lamiera e da catadiottri in metacrilato di colore arancione, composti da un catadiottero, quelli da porre in destra al senso di marcia, da due catadiottri sovrapposti quelli da porre in sinistra. I suddetti saranno applicati alle barriere mediante sistemi a morsetto senza interessare la bulloneria delle stesse. Per la viabilità ordinaria saranno invece utilizzati quelli di tipo bifacciale bianco/rosso con caratteristiche simili ai precedenti. I sostegni saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante o a percussione fino alla profondità necessaria per il rispetto della quota stabilita, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale, facendo in modo che le alette del sostegno siano posizionate in senso contrario a quello del traffico. Quando per la presenza di trovanti o eccessiva consistenza del terreno non risulti possibile l'infissione, sarà ammesso il taglio della parte eccedente del sostegno e la formazione in sito del nuovo foro di collegamento, sempreché la parte infissa risulti superiore a 50 cm, senza riconoscere all'Impresa alcun compenso. Qualora il rifiuto interessi più sostegni contigui fino ad un massimo di sei, l'Impresa è tenuta a sospendere l'infissione e avvertire tempestivamente la Direzione Lavori perché questa possa assumere le decisioni circa i criteri d'ancoraggio da adottare. Le cavità eventualmente formati alla

base dei sostegni dopo l'infissione, a seconda della natura della sede, dovranno essere intasate con materiale inerte costipato o chiuse con malte di cemento. In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione d'adeguate opere di rinforzo. Lungo il tracciato della barriera possono esistere cavi elettrici, telefonici e altri, per cui l'Impresa è tenuta a chiedere agli Enti interessati, in accordo con la Direzione Lavori, le necessarie indicazioni per la loro individuazione ed operare con le dovute cautele. In ogni caso eventuali danni arrecati agli impianti predetti ed eventuali oneri per l'individuazione dei cavi stessi sono totalmente a carico dell'Impresa restando la Società sollevata da ogni responsabilità ed onere conseguente. Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese d'allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento. Dovrà inoltre essere resa una dichiarazione di conformità d'installazione da parte dell'Impresa, controfirmata dal Direttore Tecnico dell'eventuale Impresa Installatrice che garantirà la rispondenza dell'eseguito alle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione". Questa dichiarazione dovrà essere associata alle altre attestazioni previste dalla normativa vigente in termini di controllo qualità ed altro. Nel caso di sostituzione di barriera esistente, l'eventuale smontaggio dovrà essere effettuato con cura senza causare rotture o danni. Eventuali danni o perdite saranno imputate all'Impresa. Le banchine in terra e le cunette in calcestruzzo, sede dei montanti estratti, dovranno essere perfettamente ripristinate ed ogni detrito o materiale di scarto trasportato a rifiuto a cura e spese dell'Impresa. Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portato a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa. Alla rimozione dovrà seguire prontamente il montaggio delle nuove barriere in modo da non lasciare tratti d'autostrada senza protezione.

#### **19.1.3.2 Barriere per opere d'arte**

La posa in opera delle barriere sulle opere d'arte sarà effettuata mediante montanti con piastra, inghisati per mezzo di contropiastra di base o per mezzo di tirafondi nel cordolo di calcestruzzo. In caso di presenza di traffico l'Impresa dovrà adottare tutti i sistemi e le precauzioni per evitare sia interruzioni nel transito dei veicoli che la caduta d'oggetti e materiali. Nel caso di sostituzione di barriera esistente, ai lavori di smontaggio dovranno seguire, nel tempo strettamente necessario, i lavori d'installazione in modo da non lasciare parti di parapetto prive di protezione. I fori d'alloggio dei nuovi montanti dovranno essere eseguiti con carotatrice idraulica e quindi riempiti con betoncino reoplastico. Il fissaggio della rete di protezione dovrà essere fatto con particolare cura affinché aderisca ai montanti ed ai correnti in modo uniforme ed essere ben tesata evitando la formazione d'ondulazioni o bombature di qualsiasi genere. Le eventuali giunzioni tra due teli di rete dovranno avvenire possibilmente in corrispondenza dei montanti, sovrapponendo almeno due maglie e ripiegando a gancio tutti i fili orizzontali di entrambi i teli. I bordi terminali della rete dovranno essere ripiegati sui montanti d'estremità ad evitare che i fili presentino pericolo d'agganciamento. Il materiale metallico rimosso rimane di proprietà della Committente e dovrà essere trasportato ed accatastato presso i depositi o portati a discarica, secondo quanto indicato dalla Direzione Lavori, sempre a cura e spese dell'Impresa.

#### **19.1.4 Prove - penali**

Di norma le campionature saranno eseguite con la cadenza descritta di seguito tenendo conto che ogni prelievo sarà composto da un campione di ciascuno dei componenti la barriera di protezione, prelevati in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa.

##### **19.1.4.1 Prove relative alle caratteristiche dell'acciaio e bulloneria.**

La qualità dell'acciaio sarà verificata con le prove previste dalle Norme EN UNI 10025. Il controllo degli spessori, dimensioni e prescrizioni sarà fatto misurando i materiali in più punti e sarà ritenuto positivo se tutte le misure rientreranno nei limiti delle prescrizioni e tolleranze richiesti. La classe della bulloneria sarà controllata con le prove previste dalle Norme UNI 3740, mentre la Direzione Lavori provvederà a verificare in contraddittorio con un rappresentante dell'Impresa il serraggio dei dadi con chiave dinamometrica tarata a 10 kg•m. Le caratteristiche delle unioni saldate saranno controllate in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2008 e relativa circolare esplicativa. In particolare sarà effettuato preventivamente un controllo visivo in cantiere da parte dei responsabili della Direzione Lavori, mirato ad individuare eventuali presenze d'anomalie sui cordoni, come porosità, inclusioni o cricche. In questo caso il materiale dovrà essere sostituito con altro rispondente a quanto richiesto. Inoltre sarà effettuata una verifica in sito o in laboratorio che prevede il controllo mediante ultrasuoni secondo le Norme UNI EN ISO 17640:2011, oppure un controllo mediante liquidi penetranti secondo le Norme UNI EN ISO 23277:2010. Sarà eseguito, per le barriere di sicurezza, un prelievo ogni 3.000 metri d'impianto. Per le opere d'arte invece un prelievo pari al 5% sul numero totale delle opere da proteggere. In ogni caso, per ogni tipologia dovrà essere effettuato almeno un prelievo. Per i varchi amovibili, sarà eseguito un prelievo ogni dieci varchi, con un minimo di uno. Le campionature relative alle resistenze e tolleranze dell'acciaio e della bulloneria saranno inviate presso un laboratorio indicato dalla Direzione Lavori. Per irregolarità relative alla qualità, spessori e dimensioni dei materiali e quanto altro possa concorrere anche in modo parziale a compromettere la resistenza strutturale degli impianti, l'Impresa sarà tenuta a sostituire, a sue spese, i materiali in difetto con altri che corrispondano alle caratteristiche richieste.

##### **19.1.4.2 Prove relative alle caratteristiche dei rivestimenti anticorrosivi.**

Le caratteristiche del rivestimento di zinco dei profilati a freddo saranno verificate con le prove previste dalla UNI 14713:2010..

##### **19.1.4.3 Penali per irregolarità d'esecuzione**

Per quanto concerne il montaggio, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese al completo rifacimento degli impianti o di parte di essi se questi non dovessero essere stati eseguiti conformemente a quanto indicato nel progetto e nelle prescrizioni tecniche descritte nel "Certificato d'omologazione".

#### **19.2 Barriere prefabbricate a profilo New Jersey**

La posa e rimozione di barriere prefabbricate a profilo "New Jersey" del tipo monofilare "provvisorie", occorrenti per deviazioni del traffico e/o delimitazione del cantiere, comprende il carico, trasporto e scarico degli elementi dal deposito al cantiere e viceversa,

il montaggio e lo smontaggio delle piastre di collegamento e quant'altro occorre. Gli elementi prefabbricati "definitivi" in conglomerato cementizio armato a profilo "New Jersey" saranno installati nello spartitraffico centrale e sui cordoli laterali del viadotto. Nello spartitraffico saranno installati elementi di tipo "monofilare" rinforzati in testa con barra dywidag: altezza 1 m, larghezza alla base 62 cm, larghezza in testa 13,6 cm, lunghezza standard 6,20 m; che saranno poggiati direttamente sul piano stradale collegandoli tra loro con una piastra d'acciaio zincato al piede ed in testa con un manicotto per le barre. Eventuali elementi di chiusura avranno lunghezze diverse, così come saranno installati di forma diversa in corrispondenza dei varchi di scambio-carreggiata. Nei cordoli laterali del viadotto saranno posizionati elementi "da viadotto" predisposti d'ancoraggi per il corrimano di tipo strutturale: altezza 1 m, larghezza alla base 50 cm, larghezza in testa 24 cm, lunghezza nominale 3 e 6 m (lunghezza effettiva 2,98 e 5,98 m); che saranno ancorati ai cordoli con tiranti ed in testa muniti di una barra dywidag con manicotto. Eventuali elementi di chiusura potranno avere lunghezze diverse, fermo restando il passo degli ancoraggi alla base. Nelle zone d'approccio (lato d'approccio riferito al senso di marcia) saranno sistemati elementi New Jersey fino al termine dell'eventuale muro andatore (se allineato al cordolo del viadotto), diversamente saranno posti almeno quattro elementi da 6 m. Nelle zone in prolungamento dell'opera d'arte stessa saranno posti almeno due elementi da 6 m. Questi elementi saranno ancorati su cordoli in conglomerato cementizio, di tipo II con  $R_{ck} > 30$  MPa ed armati con acciaio Fe B 44k, allineati ai cordoli del viadotto.

### ***19.2.1 Barriera spartitraffico "monofilare"***

Gli elementi costituenti, la barriera "monofilare" situata nello spartitraffico saranno posti direttamente sul piano viabile curando l'allineamento planimetrico ed altimetrico, utilizzando per questo dei compensatori di quota con zeppe o quadrotti in policloroprene a durezza elevata. Successivamente si procederà al collegamento degli elementi con le piastre zincate, alla base, ed in testa con manicotto in acciaio per dare continuità alle barre dywidag. Il manicotto sarà protetto con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso  $< 3\%$  con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricoperto con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto, dotato d'idoneo sistema di chiusura, e tale da sembrare un tubo. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

### ***19.2.2 Barriera laterale parapetto***

La posa degli elementi "da viadotto" costituenti la barriera laterale parapetto sarà indicativamente la seguente, iniziando i lavori dalla fine del viadotto rispetto alla direzione del traffico: -predisposizione nel cordolo dei fori, avendo cura che il loro centro sia, dal bordo interno del cordolo (camera d'espansione), alle distanze prefissate;

- posizionamento longitudinale sul cordolo di due strisce di gomma espansa EPDM (Etilene Propilene Diene) a cellule chiuse tipo E75-2 di colore nero, come guarnizioni di tenuta all'acqua; lungo il lato interno, la striscia dovrà avere fori predisposti in corrispondenza delle camere d'espansione;
- posizionamento della barriera New Jersey con opportuni spessoramenti compensatori di quota con zeppe o quadrotti: in policloroprene a durezza elevata, al



fine di aver un buon allineamento dei parapetti;

- -collegamento degli elementi New Jersey tra di loro serrando il manicotto con le barre dywidag longitudinali. A tal fine l'Impresa dovrà colorare gli ultimi 7 cm della barra dywidag lato femmina con vernice rossa per consentire, in qualsiasi momento, il controllo del montaggio. Le misure potranno avere una tolleranza di  $\pm 1$  cm.
- -perforazione, attraverso le scatole al piede della barriera, di un foro con corona diamantata delle caratteristiche come da progetto;
- -realizzazione del sottosquadro (camera conica che consente l'espansione delle alette del tirante) con lo strumento alesatore applicato alla carotatrice; l'esecuzione corretta della alesatura terminerà quando la boccola andrà a contatto con la rondella del fermo. L'ampiezza del sottosquadro, misurabile con idoneo strumento a "compasso", dovrà essere come da indicazioni progettuali;
- -posizionamento della guarnizione di tenuta all'acqua, in materiale di gomma espansa EPDM E75-2 a cellule chiuse di colore nero, tonda e con foro per il passaggio del tirante, attaccandola in corrispondenza del foro d'ancoraggio dei tiranti; detta guarnizione sarà pressata dalla rondella del tirante;
- -l'introduzione del tirante, verificando che i segmenti per l'ancoraggio siano appoggiati al sottosquadro;
- -spruzzo sulla testa del tirante di uno spray lubrificante a base di Bisolfuro Molibdeno per ridurre gli attriti del bullone; -serraggio del dado con chiave dinamometrica, applicando un momento torcente pari a 180 Nm per garantire l'espansione; oppure, tramite apposito martinetto, procedere all'espansione del tirante quindi serrare il dado;
- -bloccaggio del dado con un ulteriore dado autobloccante zincato a caldo di classe 8 provvisto internamente d'anello in plastica;
- -chiusura della tasca, situata alla base della barriera New Jersey, con apposito tappo in polipropilene con copolimeri di colore grigio (RAL n.7032) resistente ai raggi ultravioletti e incollato con idoneo adesivo;
- -installazione del montante e del corrimano strutturale, posizionando i manicotti di collegamento dopo il montante, rispetto al senso di marcia;
- -protezione del manicotto realizzata con lubrificante ad alta stabilità termica (perdita di peso  $< 3\%$  con riscaldamento a 473 K per 4 h) e ricopertura con guaina elastica di polipropilene trattato UV/CP (contro i raggi ultravioletti e gli agenti atmosferici) di colore grigio (RAL n. 7032) arrotolato sulla zona per proteggere il tutto. Esso sarà dotato d'idoneo sistema di chiusura in modo da sembrare un tubo, delle dimensioni come da progetto. All'interno del manicotto si dovrà porre un bloccante anaerobico costituito da una resina di poliacrildiesteri.

### **19.2.2.1 Caratteristiche tecniche**

Le caratteristiche di resistenza e comportamento previste, sono riferite a manufatti prefabbricati e quindi, per la loro accettazione così come per i controlli di qualità da eseguire, vale quanto precisato dalle Norme Tecniche emanate in applicazione dell'art. 21 della legge 5.11.1971 n. 1086 (D.M. in vigore). La fornitura degli elementi dovrà avvenire da parte di Ditta produttrice di primaria importanza. A tal fine, prima dell'inizio dei lavori,

L'Impresa dovrà presentare alla Direzione Lavori, per approvazione, la seguente documentazione delle capacità tecniche del fornitore:

- -elenco delle principali forniture effettuate nel corso degli ultimi tre anni, indicando il rispettivo importo, la data e il destinatario;
- -descrizione dell'attrezzatura tecnica. Indipendentemente dall'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

L'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni agli istituti indicati dalla Direzione Lavori, nonché per i corrispondenti esami e prove. I campioni saranno prelevati in contraddittorio. Degli stessi potrà essere ordinata la conservazione nei locali indicati dalla Direzione Lavori, previa apposizione di sigilli e firme del Direttore Lavori e dell'Impresa, e nei modi più adatti a garantirne l'autenticità e la conservazione.

### **19.2.3 Materiali**

#### **19.2.3.1 Conglomerato cementizio**

Dovrà essere del tipo I, quindi rispondere alle specifiche tecniche riportate nelle presenti Norme. La resistenza caratteristica specifica del conglomerato cementizio ( $R_{ck}$ ), sarà  $> 45$  MPa ed il copriferro non inferiore a 2 cm. Qualora sia richiesta la fornitura di barriere New Jersey realizzate in conglomerato cementizio leggero strutturale si dovranno seguire, per il confezionamento del suddetto conglomerato, i medesimi principi di quello ordinario, utilizzando argilla espansa strutturale tipo T6, con resistenza del granulo allo schiacciamento non inferiore a  $70 \text{ kg/cm}^2$  (UNI 7549VII); il conglomerato cementizio leggero dovrà avere una resistenza caratteristica  $R_{ck} > 40$  MPa ed una massa volumica non superiore a quanto riportato negli elaborati progettuali. Tutti i materiali necessari per il suo confezionamento dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti vigenti in materia.

#### **19.2.3.2 Acciaio**

L'armatura del conglomerato cementizio sarà in acciaio tipo Fe B 44k e barre a filettatura continua tipo "dywidag".

Le piastre d'ancoraggio saranno in lamiera d'acciaio, zincata a caldo dopo lavorazione a norma ASTM A 123, protetta su ciascuna faccia da uno strato di zincatura non inferiore a  $43 \mu\text{m}$  pari a  $300 \text{ g/m}^2$ . Sarà zincata anche la bulloneria di collegamento e serraggio. Il manicotto di collegamento delle barre dywidag sarà realizzato in acciaio PR8035MnPb10 a norma UNI 10233/3-93; dovrà essere a forma esagonale e composto di due pezzi collegati tramite un filetto maschio sinistrorso. Il manicotto dovrà essere protetto con processo di teflatura di spessore minimo  $30 \mu\text{m}$  in tutte le sue parti (compresa la filettatura).

### **19.2.4 Posa in opera**

Le modalità di posa in opera saranno concordate con la Direzione Lavori, alla quale l'Impresa sottoporrà il progetto operativo.

### ***19.2.5 Posa in corrispondenza dei giunti di dilatazione***

In corrispondenza dei giunti di dilatazione dell'impalcato, gli elementi di barriera prossimi al giunto non dovranno essere accostati ma distanziati di 8 cm per consentire le dilatazioni dell'impalcato. Di conseguenza i collegamenti tra i due elementi saranno realizzati con pezzi speciali che, pur mantenendo le stesse resistenze di quelli correnti, permetteranno spostamenti relativi tra le due barriere collegate: -le due barre dywidag saranno collegate tramite un manicotto speciale e con due dadi di serraggio; -alla base degli elementi N.J. si porranno due piastrine di collegamento, di cui una asolata e l'altra provvista di bullone,

libera di scorrere relativamente all'altra. Questi accorgimenti saranno applicati anche nella barriera con elementi monofilari sullo spartitraffico dell'opera d'arte. Nelle barriere parapetto, inoltre, sarà ammessa la sovrapposizione di parte dell'elemento prefabbricato sul cordolo della campata successiva, con la sola aggiunta dei particolari elementi di collegamento, come appresso specificato. Nel caso di semplice accostamento dei parapetti (per lunghezze d'impalcato fino a 80 m) la parte del prefabbricato "a sbalzo" sulla campata successiva, dovrà essere appoggiata su un doppio strato di neoprene da 3 mm con interposta una lamina di Teflon di spessore 0,5 mm avente funzione di strato lubrificante anti attrito. L'alternanza d'elementi da 3 e 6 m nel posizionamento dovrà tener conto quindi della presenza dei giunti di dilatazione sul cordolo, in corrispondenza dei quali non sarà possibile effettuare il foro per l'ancoraggio. Indicativamente i fori dovranno essere effettuati ad una distanza tra giunto e asse foro non inferiore a 25 cm. A tal fine dovranno essere combinati insieme gli elementi da 6 e 3 m con la possibilità, nella zona di giunto, di avere un elemento a sbalzo sulla campata contigua, rinunciando al massimo ad un ancoraggio di base. Per lunghezze d'impalcato superiori agli 80 m, si dovrà prevedere un dispositivo, in acciaio zincato, di copertura del vuoto della zona di giunto, sovrapposto ai parapetti in calcestruzzo e con il loro stesso profilo New Jersey. Detti coprigiunti metallici, opportunamente dimensionati, potranno anche essere usati per chiudere "vuoti" fino ad un massimo di 1,0 m.

### ***19.2.6 Verifiche***

La Direzione dei Lavori dovrà:

- prima del montaggio delle barriere, verificare che la lunghezza degli spezzoni dywidag per il serraggio dei montanti del mancorrente sia di almeno 9 cm, in modo da consentire il completo serraggio dai dadi dywidag da 7 cm. In caso di non rispondenza, l'elemento di barriera non sarà installato e dovrà essere allontanato immediatamente dal cantiere a cura e spese dell'Impresa;
- al termine del montaggio delle barriere, verificare il serraggio dei tiranti con chiave dinamometrica a 180 Nm, per accertare che l'esecuzione del sottosquadro sia stata fatta correttamente. Se al momento del serraggio sarà riscontrato un cedimento dell'ancoraggio con eventuale fuoriuscita dello stesso, l'Impresa procederà al suo ripristino.

## 19.3 Parapetti metallici

### 19.3.1 Generalità-

#### 19.3.1.1 Oneri e obblighi dell'Appaltatore

Sono compresi nella fornitura in opera

- La predisposizione dei disegni costruttivi di officina e di montaggio.
- Il controllo delle opere già realizzate nelle quali dovranno essere inseriti i manufatti oggetto della presente specifica tecnica.
- Le operazioni di tracciamento.
- L'assistenza da parte del personale dell'Appaltatore durante le operazioni di inghisaggio dei manufatti metallici nelle strutture in c.a.
- Trasporto, scarico, immagazzinamento, protezione e custodia dei materiali in cantiere, sollevamento dei vari elementi componenti la fornitura, compresa l'esecuzione della recinzione della zona di immagazzinamento.
- Ponteggi, mezzi di trasporto, mezzi di sollevamento, macchine utensili e attrezzature varie.
- Locali adatti a: ricovero, spogliatoio, refettorio, ecc. per il personale dell'appaltatore, come previsto dalle vigenti norme di igiene e sicurezza sui luoghi di lavoro.
- Le linee elettriche dai punti di presa in cantiere agli utensili utilizzatori.
- Manodopera specializzata e ordinaria per la posa in opera delle strutture.
- Il trasporto dai luoghi di installazione e l'accatastamento nell'ambito del cantiere, in zona recintata, dei materiali di risulta e di rifiuto. Il trasporto degli stessi al luogo di smaltimento.
- La pulizia delle aree utilizzate per l'accatastamento dei materiali e dei rifiuti.

#### 19.3.1.2 Oneri e obblighi non compresi nella fornitura

- Le opere civili in genere: scavi, fondazioni, plinti, ecc.
- Eventuali trattamenti superficiali delle strutture, oltre quelli specificatamente richiesti.

#### 19.3.1.3 Prescrizioni di carattere particolare relative a manufatti in acciaio Disegni d'officina

Saranno redatti dall'Appaltatore e sottoposti alla D.L. prima dell'inizio delle relative lavorazioni.

#### 19.3.1.4 Identificazione degli elementi

L'Appaltatore, oltre ai disegni di officina, dovrà fornire uno schema di montaggio dal quale risultino chiaramente le reciproche posizioni degli elementi componenti la struttura.

Le varie parti delle strutture da montare dovranno essere marcate con marchi bulinati in posti determinati e visibili, incluse le lamiere striate e i grigliati.

Le stesse marcature dovranno essere riportate sui disegni di officina.

### **19.3.1.5 Lavorazioni d'officina**

L'Appaltatore non potrà iniziare le lavorazioni prima dell'approvazione dei disegni di officina da parte della Direzione Lavori.

### **19.3.1.6 Saldature**

Dovranno essere effettuate come precisato al punto 2.4. del D.M. 09 Gennaio 1996

Gli elettrodi da impiegare saranno quelli previsti nel succitato Decreto Ministeriale, l'Appaltatore dovrà inoltre tenere conto delle raccomandazioni suggerite dai fabbricanti.

Il materiale fondente dovrà essere completamente asportato subito dopo la saldatura.

Le giunzioni dovranno essere opportunamente preparate sulle parti che andranno in contatto.

### **19.3.1.7 Materiali**

Tutti i materiali di impiego dovranno essere conformi a quanto indicato sui disegni di progetto, la qualità e le caratteristiche degli stessi dovranno essere conformi a quanto indicato nel Decreto Ministeriale 08 Gennaio 1996.

### **19.3.1.8 Norme di esecuzione**

- Le piastre di attacco e le connessioni di officina saranno prevalentemente saldate.
- La posizione delle eventuali giunzioni dovrà essere concordata con la Direzione Lavori e chiaramente indicata sui disegni di officina.
- L'Appaltatore dovrà costruire in officina i vari elementi nelle dimensioni massime compatibili con il trasporto ed una corretta esecuzione del montaggio.
- I bulloni normali saranno conformi per caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 4016:2002, UNI EN ISO 898-1:2001
- I bulloni per giunzioni ad attrito, dadi, rosette e piastrine saranno conformi alle UNI EN 14399-3-4-5-6:2005, UNI 5715:2002, UNI 5716:2002.
- Le giunzioni saldate dovranno essere eseguite con le modalità appresso indicate:
  - le saldature in cantiere potranno essere eseguite solamente dietro esplicita richiesta alla Direzione Lavori e a temperatura non inferiore a 0°C;
  - le saldature da eseguire sia in officina che in opera saranno così realizzate:
    - giunti testa-testa, a croce, a T: saranno a completa penetrazione e dovranno risultare di seconda classe;
    - cordoni d'angolo: lo spessore della gola dovrà essere pari a 0,7 volte lo spessore minimo degli elementi da collegare.

### **19.3.1.9 Normativa di riferimento**

I parapetti dovranno essere realizzati, per quanto attiene gli acciai laminati a caldo, con materiali rispondenti alle prescrizioni contenute nel D.M. 9 gennaio 1996 e sue istruzioni emanate con circolare Ministero LL.PP. n. 252 del 15-10-1996, mentre per altri tipi di

acciaio o di metallo si dovrà fare riferimento alle Norme U.N.I. corrispondenti o ad altre eventuali comunque richiamate dal predetto D.M..

#### **19.3.1.10**      **Certificazioni**

La Direzione Lavori potrà far eseguire dei prelievi di campioni di materiali da sottoporre a prove in base alla norma UNI EN ISO 377:1999 e UNI ISO/TR 12735-2:2009, in ragione di uno ogni 250 ql di carpenteria, con il minimo di uno per quantitativi inferiori.

Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed alla individuazione dei singoli materiali o la 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.

Per poter essere autorizzato ad impiegare i vari tipi di barriera prescritti dal presente atto, l'Appaltatore, prima dell'impiego, dovrà esibire al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di lavoro, i certificati rilasciati da un laboratorio ufficiale richiesti dal presente capitolato o che verranno eventualmente richiesti dal Direttore stesso.

Tali 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.

Le spese relative all'esecuzione delle prove di cui sopra saranno a carico dell'Appaltatore.

Nel caso fosse richiesta la zincatura a caldo, questa dovrà essere effettuata in accordo alla Norma UNI EN ISO 1461:2009 dal titolo "Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio".

Rivestimenti di zinco ottenuti per immersione su oggetti diversi fabbricati in "materiale ferroso". I controlli dello strato di zinco saranno effettuati in accordo alle Norme UNI EN ISO 1460:1997, UNI 11406:2011.

#### **19.3.1.11**      **Criteri di misurazione**

Salvo diverse prescrizioni riportate nell'elenco Pressi si utilizzeranno i seguenti criteri.

Premesso che per peso teorico si intende il peso della struttura grezza più i bulloni e che, nelle tolleranze sottoindicate sono compresi il peso dello zinco o delle vernici impiegate per il trattamento superficiale delle strutture, le tolleranze di laminazione e le saldature, si precisa quanto segue:

- per tutte le forniture è prevista la pesatura diretta fatta in contraddittorio e a spese dell'appaltatore;
- nel caso in cui i pesi effettivi dei materiali consegnati in cantiere superassero i pesi teorici di oltre il 5%, nulla sarà riconosciuto all'infuori dei pesi teorici maggiorati del 5%;
- nel caso in cui i pesi effettivi dei materiali consegnati in cantiere superassero i pesi teorici di una percentuale compresa tra lo zero e il 5% verrà riconosciuto il peso effettivo;
- nel caso in cui i pesi effettivi dei materiali consegnati in cantiere risultassero inferiori a quelli teorici di una percentuale compresa tra lo zero e il 5% verrà riconosciuto il peso effettivo;

- nel caso in cui i pesi effettivi dei materiali consegnati in cantiere risultassero inferiori a quelli teorici di una percentuale superiore al 5%, l'accettazione della fornitura dovrà essere subordinata ad una verifica per accertare i motivi dello scostamento.

#### **19.3.1.12**      *Norme di montaggio*

- Le dime di montaggio dovranno essere inviate in cantiere con un congruo anticipo.
- Tutte le partite di materiale dovranno essere pesate, all'atto del loro arrivo, presso una pesa pubblica.
- Tutte le misure per i tracciamenti dovranno avere origine da un unico caposaldo su cui saranno indicate le coordinate di base ed il riferimento per il piano di imposta.
- Nel caso in cui fosse richiesta la verniciatura in officina delle strutture, se queste all'atto del loro arrivo in cantiere presentassero difetti o danneggiamenti alla medesima, si dovrà procedere all'esecuzione dei necessari ritocchi o ripristini prima della posa in opera.
- Non saranno ammesse saldature su strutture zincate a caldo, salvo espressa deroga della Direzione Lavori.
- Il montaggio dovrà essere eseguito a regola d'arte e in accordo con i programmi.
- Tolleranze dimensionali particolari dovranno essere specificate di volta in volta.
- I materiali d'uso di piccola entità ma necessari al montaggio quali: bulloni, dadi, rosette, ecc., dovranno essere approvvigionati con congrua scorta.
- A montaggio ultimato verrà effettuato un controllo per campione con lo scopo di verificare la rispondenza della struttura ai disegni di progetto.

Particolare cura sarà posta al controllo del serraggio dei bulloni.

#### **19.3.1.13**      *Disegni d'officina*

Saranno redatti dall'Appaltatore o sottoposti alla Direzione Lavori prima dell'inizio delle relative lavorazioni.

### **19.3.2**      *Caratteristiche dei parapetti metallici*

Si intendono come parapetti le protezioni di camminamenti o similari, presenti prevalentemente lungo manufatti, atte ad impedire la caduta accidentale di persone che per qualsiasi motivo possano impegnarli. Tali manufatti potranno avere anche una valenza architettonica ed essere posti sia sopra che, limitatamente a ponti, viadotti e cavalcavia, sotto il piano viabile cui saranno vincolati.

Saranno costituiti in generale da una serie di sostegni verticali in profilato metallico opportunamente sagomato, collegati da una serie di elementi orizzontali quali: corrimani, elementi di termine di lamiere metalliche semplici, forate, microforate, stirate ecc. . In occasione di montaggio su cavalcavia, viadotti, ponti e, comunque parti di struttura prospicienti un vuoto di altezza superiore ai 2 mt dovranno garantire una solidità di costruzione e di ancoraggio come prescritto dalle richiamate normative.

I parapetti realizzati sui ponti (viadotti, sottovia o cavalcavia, sovrappassi, sottopassi, strade sopraelevate, ecc.) dovranno rispondere alle norme previste dal D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” .

Per ogni singolo manufatto, si dovrà fornire in progetto lo schema di montaggio.

Il sistema di ancoraggio sarà quello previsto nel progetto stesso. Si potranno di norma prevedere appositi alloggiamenti, per la occorrente profondità, in appositi fori di ancoraggio predisposti, o da predisporre dalla stessa Appaltatore, sulle opere d'arte e fissati con adeguata malta secondo le prescrizioni previste in progetto e/o indicate della D.L. così come il ripristino delle superfici manomesse.

Per i punti in cui deve essere impedita la caduta di oggetti al fine di garantire la protezione delle zone sottostanti (esp. in corrispondenza di viadotti che sovrappassino una strada), il parapetto sarà integrato con l'installazione di reti metalliche di altezza adeguata aventi la base inferiore sul piano di calpestio.

Tutte le parti metalliche dei parapetti in acciaio dovranno essere di qualità non inferiore a Fe 360 B ed assoggettate alla zincatura a caldo mediante il procedimento a bagno o in altro materiale idoneo come prescritto dai punti successivi.

I quantitativi minimi di zinco saranno di grammi 300 per metro quadrato e per ciascuna faccia; i controlli dei quantitativi di zinco saranno effettuati secondo i procedimenti previsti dalle norme.

Altre parti dei manufatti saranno realizzate in lamiera di Zinco al titanio (lega Zn-Cu-Ti) a norma DIN EN 988 + QUALITY ZINC/TÜV + ISO 9001, anche prepatinato (tale da non alterare la superficie del laminato, permettendo la formazione della patina “naturale”), che sarà utilizzato per l'esecuzione di lamiere di rivestimento, coprifili, motivi architettonici, rivestimenti e accessori di montaggio ecc. secondo i tipi ed i disegni di progetto. Compreso gli accessori di montaggio i profili anche curvi o tagliati a misura, i tagli laser per la creazione di sagome.

La lamiera stirata, quando utilizzata come piano di calpestio dovrà essere rispondente al D.M. 14/01/2008 in relazione alle portate di carico; la rete utilizzata come protezione dovrà essere conforme al D.Lgs.81/2008 Testo Unico Sicurezza Lavoro. La lamiera stirata, quando utilizzata come “strato di protezione” o elemento decorativo risponderà alla norma UNI 8979.

### ***19.3.2.1 Materiali***

#### ***Supporti metallici***

- Laminato di acciaio zincati a caldo

Lo spessore della lamiera di acciaio non rivestita deve essere di almeno 1,5 mm.

Le caratteristiche del rivestimento di zinco devono essere conformi alle norme UNI EN 10142/2002, 10143/92002, 10147/2003. Il rivestimento di zinco deve essere conforme alla Euronorma 147, con granatura del tipo Z 275 come dalle sopraccitate norme. Lo spessore totale della protezione anticorrosiva deve essere non inferiore a 80 µm.

Il trattamento di zincatura dovrà essere effettuato dopo tutte le lavorazioni meccaniche. Inoltre la protezione anticorrosiva del pannello deve corrispondere alle seguenti caratteristiche:



Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo UNICHIM MU 630	Sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo immersione in acqua a 40° per 150 ore (wet adesion): grado 1
Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI 8358	70
Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86	Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 Kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce
Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86	Dopo 1000 ore di esposizione: assenza di blistering e/o di perdita di aderenza; lungo l'incisione l'arrugginimento e la bollatura non devono penetrare per più di 2 mm
Resistenza alla corrosione da nebbia salina secondo UNI ISO 9227/93.	Dopo 500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza

- Laminato di acciaio zincati Sendzimir, conformi alle norme (quantità media di zinco 275 gr/m<sup>2</sup>) UNI EN 10346:2009
- laminati di acciaio zincati preverniciati con procedimento Coil Coating conforme alle norme ASTM-ECCA
- I laminati di alluminio conformi alle norme UNI EN 485-3:2005, UNI 9003 con finitura naturale goffrata e preverniciata utilizzeranno una lega Alluminio–Magnesio–Manganese (Al–Mg–Mn, lega AA 4015 o similari) secondo norma UNI 9003, avente una buona resistenza alla corrosione. Lo spessore della lamiera non rivestita deve essere almeno 1.2 mm.

Prima della verniciatura deve essere eseguito un trattamento della superficie idoneo a garantire un buon ancoraggio del film di vernice.

Tale pretrattamento deve essere costituito da sgrassaggio e risciacquo deionizzato, seguiti da cromatazione, fosfocromatazione oppure ossidazione anodica.

Per le facce esposte lo spessore del film di vernice deve essere almeno 40 µm, mentre per le facce non esposte si dovrà avere uno spessore minimo di 20 µm.

L'alluminio non deve essere stabilmente in contatto con rame o leghe di rame.

Il film di vernice deve inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della protezione anticorrosiva	I valori dichiarati
Aderenza secondo	Sia a secco (dry adesion, a tempo zero), sia dopo

UNICHIM MU 630	immersione in acqua a 40°C per 150 ore (wet adesion): grado 0
Resistenza alla scalfittura secondo ISO 1518/92 (da eseguire solo sulla faccia esposta)	60 N
Resistenza all'impronta secondo UNI 8358	70
Resistenza agli urti secondo UNI 8901/86	Per caduta di una massa sulla faccia esposta di 1 Kg da un'altezza di 30 cm la pellicola non deve presentare screpolature o distacchi di pellicola su entrambe le facce.
Resistenza all'umidità secondo UNI 8744/86	Dopo 1500 ore di esposizione: la corrosione e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.
Resistenza alla corrosione da nebbia salino-acetica secondo UNI ISO 9227.	Dopo 1500 ore di esposizione: l'arrugginimento e/o la bollatura lungo l'incisione non devono penetrare per più di 2 mm. Non è ammessa nessun'altra alterazione visibile o perdita di aderenza.

- I manufatti in alluminio anodizzato saranno conformi alle norme UNI EN ISO 9227/2012

Le superfici anodizzate dovranno avere aspetto privo di venature, inclusioni, cavità, crateri porosi e di altri difetti e non manifestare variazioni di lucentezza e di colore.

Il trattamento elettrochimico deve essere eseguito sui pezzi solo dopo aver effettuato tutte le lavorazioni meccaniche (tagli, forature, fresature, ecc.). Lo strato anodico deve essere di spessore non inferiore a 20 µm e deve risultare ben fissato e continuo.

Il trattamento anodico deve inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Spessore della strato anodico secondo UNI 9178/88	20 µm su entrambe le facce.
Fissaggio secondo UNI 12373-6/2000	1. Qualità del fissaggio = "buona" secondo la classificazione di cui al punto 9 della suddetta Norma.
Continuità degli strati anodici	Determinata con prova effettuata su cinque punti della superficie scelti a caso, con una goccia di reagente costituito da uguali volumi di acido cloridrico puro e da una soluzione al 6% in peso di bicromato di potassio, preparato al momento dell'impiego: dopo 8 minuti dal deposito del reagente sulla superficie anodizzate non dovrà manifestarsi alcuna colorazione verde.

- I manufatti in zinco - titanio saranno conformi alle norme DIN EN 988.

La patina superficiale sarà ottenuta a seguito dell'immersione dello zinco naturale in una soluzione atta a modificare la struttura cristallina del metallo per uno spessore minimo di un micron. Il procedimento di fosfatazione dovrà garantire una pellicola duratura, uniforme e stabile nel tempo e deve risultare ben fissato

I prodotti dovranno essere fabbricati a partire da zinco di alta qualità Z1 (zinco puro al 99,995 %) definito dalla norma EN/ DIN 1179, con aggiunta di:

- titanio: min. 0,06 % - max. 0,2 %,
- rame : min. 0,08 % - max. 1,0 % ,

Lo spessore delle lamiere dovrà essere compreso tra 1 e 1,5 mm

Caratteristiche medie dello strato modificato mediante fosfatazione:

Caratteristica e modalità di prova	Esigenza minima
Natura	Fosfato di zinco quadridratato
Peso	Tra 35 e 7' mg/dm <sup>2</sup>
Spessore	minimo 1 micron
Solubilità	Insolubile in acqua

#### *Tolleranze*

- Spessore dei rivestimenti secondo UNI
- spessore di pannelli:  $\pm 2$  mm
- lunghezza pannelli:  $\pm 5$  mm
- larghezza utile:  $\pm 5$  mm
- ortometria e rettangolarità:  $\pm 3$  mm
- planarità delle lamiere secondo UNI
- aderenza isolante/rivestimenti: dovrà essere entro il limite dello 0,5% della superficie del pannello purchè non venga compromessa la funzionalità dei giunti.

#### *Tensioni ammissibili dei supporti*

	acciaio	alluminio
flessione	1400 Kg/cm <sup>2</sup>	400 Kg/cm <sup>2</sup>
taglio	1000 Kg/cm <sup>2</sup>	150 Kg/cm <sup>2</sup>

## 19.4 Attenuatori d'urto redirettivi

### *19.4.1 Caratteristiche tecniche*

Costituito da elementi metallici tutti riciclabili e tal da ottenere la suddetta dissipazione graduale dell'energia di collisione. La struttura di base, interamente in acciaio elettrosaldato e zincato, comprende una lamiera di spessore 6/8 mm ed una monorotaia di guida per lo scorrimento delle traverse, collegate ai pannelli di ritegno delle celle di assorbimento. Il bumper o pannello frontale costituisce il collegamento rigido delle lamiere

in acciaio a tripla onda le quali, a seguito dell'urto, scivolano l'una sull'altra guidate da un apposito sistema di scorrimento, mentre i pannelli intermedi, ciascuno collegato ad una coppia di lamiere a tripla onda, schiacciano le celle dissipando gradualmente l'energia cinetica di impatto.

Conformi al DM del 21/06/2004, testati in base alle norme UNI EN 1317 – marcati CE secondo il DM n°233 del 28/06/2011 completi di rapporto di prova e manuale di installazione – finalizzati alla schermatura di ostacoli fissi (cuspidi di uscita, pile di ponti, parti terminali di barriere di sicurezza, ecc....) che operano dissipando l'energia del veicolo urtante, decelerandone la corsa in maniera graduale e senza pregiudizio grave per occupanti il veicolo.

#### ***19.4.2 Classe e dimensioni***

E' prevista l'installazione di due tipologie, ai sensi del DM 21/06/2004:

- 80 (lunghezza 3.30 m – larghezza 1.15 m)
- 100 (lunghezza 5.10 m – larghezza 1.15 m)

#### ***19.4.3 Materiali***

- FeP04,
- Fe600Dp,
- S235JR (Fe360)

#### ***19.4.4 Modalità di installazione***

Gli attenuatori d'urto devono avere una duplice possibilità di installazione:

- mediante viti di collegamento
- mediante fialoidi.

## 20. SEGNALETICA VERTICALE, ORIZZONTALE E COMPLEMENTARE

### 20.1 Generalità

La segnaletica stradale comprende i seguenti gruppi:

- a) segnali verticali;
- b) segnali orizzontali;
- c) segnali ed attrezzature complementari.

La segnaletica da utilizzare deve soddisfare precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione della sua collocazione.

Le attrezzature ed i mezzi di proprietà delle ditte devono possedere idonee caratteristiche e requisiti in linea con le più recenti tecnologie e con ogni norma legislativa e regolamentare avente comunque attinenza.

I mezzi devono inoltre essere tutti omologati dalla Motorizzazione Civile secondo le vigenti Norme del Nuovo Codice della Strada.

Al fine di soddisfare gli adempimenti al D.M. 30/12/1997, inerenti il sistema di garanzia della qualità per le imprese autorizzate alla costruzione di segnaletica stradale verticale:

1. Le imprese costruttrici di segnaletica stradale verticale devono essere in possesso dei requisiti previsti dall'art.45, comma 8, del decreto legislativo 30 aprile 1992 n.285; devono inoltre adottare un sistema di garanzia della qualità rispondente ai criteri ed alle prescrizioni contenute nelle norme europee internazionali UNI EN 9001/2, e deve essere certificato da un organismo accreditato ai sensi delle norme della serie UNI EN 45000.
2. Le imprese di cui sopra devono altresì possedere la certificazione di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari n.3652 del 17.06.98 e n.1344 del 11.03.99 e successive modifiche.
3. L'Ispettorato generale per la circolazione e la sicurezza stradale, avvalendosi, quando ritenuto necessario, del parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, può prescrivere alle imprese interessate adeguamenti o modifiche al sistema di garanzia della qualità adottato anche per uniformare i comportamenti dei vari costruttori di segnali.

L'Appaltatore dovrà provvedere, senza alcun compenso speciale, ad allestire tutte le opere di difesa, mediante sbarramenti o segnalazioni in corrispondenza dei lavori, di interruzioni o di ingombri sia in sede stradale che fuori, da attuarsi con cavalletti, fanali, nonché con i segnali prescritti dal Nuovo Codice della Strada approvato con D.L. 30.4.1992 n. 285 e dal relativo Regolamento di esecuzione ed attuazione, approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495, dal D.P.R. n.610 del 16.09.96 e dalla circolare del Ministro LL.PP. n.2900 del 20.11.1993.

Dovrà pure provvedere ai ripari ed alle armature degli scavi, ed in genere a tutte le opere provvisorie necessarie alla sicurezza degli addetti ai lavori e dei terzi.

In particolare l'Appaltatore, nell'esecuzione dei lavori, dovrà attenersi a quanto previsto dalla Circolare n.2357 emanata il 16-5-1996 dal Ministero dei LL.PP. (Pubblicata nella G.U. n.125 del 30-5-1996) in materia di fornitura e posa in opera di beni inerenti la sicurezza della circolazione stradale.

Tali provvedimenti devono essere presi sempre a cura ed iniziativa dell'Appaltatore, ritenendosi impliciti negli ordini di esecuzione dei singoli lavori.

Quando le opere di difesa fossero tali da turbare il regolare svolgimento della viabilità, prima di iniziare i lavori stessi, dovranno essere presi gli opportuni accordi in merito con la Direzione dei Lavori; nei casi di urgenza però, l'Appaltatore ha espresso obbligo di prendere ogni misura, anche di carattere eccezionale, per salvaguardare la sicurezza pubblica, avvertendo immediatamente di ciò la Direzione dei Lavori.

## 20.2 Campo di applicazione

La fornitura e la posa della segnaletica verticale ed orizzontale così come dei segnali e delle attrezzature complementari si riferisce sia all'allestimento dei cantieri (cantiere base e cantieri mobili) per l'esecuzione delle opere civili oggetto del presente appalto, sia all'esecuzione della segnaletica definitiva.

In particolare laddove i cantieri interessino le strade provinciali / comunali è necessario predisporre adeguata segnaletica per consentire visibilità del cantiere stesso e la corretta percezione della viabilità temporaneamente modificata.

Il segnalamento dovrà essere adeguato:

- alla velocità consentita ai veicoli;
- alle dimensioni della deviazione;
- alle manovre da eseguire in corrispondenza del cantiere;
- al tipo di strada;
- alle situazioni di traffico.

I sistemi di segnalamento temporaneo da impiegarsi sono quelli presenti nel Regolamento di attuazione del Codice delle Strade e dovranno essere autorizzati dall'ente proprietario.

Non devono essere posti in opera segnali temporanei e segnali permanenti in contrasto tra loro; a tal fine i segnali permanenti devono essere rimossi o oscurati se in contrasto con quelli temporanei.

## 20.3 Norme di misurazione

L'esecuzione della segnaletica prevista nel presente appalto è ricompresa e compensata nelle relative voci di elenco prezzi.

Per quanto riguarda ulteriori attività diversamente regolate, la misurazione della segnaletica ai fini di applicazione delle corrispondenti voci di prezzo è eseguita a metro lineare, a metro quadrato ed ad unità.

Nei prezzi di realizzazione della segnaletica si intendono compensati tutti gli oneri principali ed accessori quali:

- la predisposizione dei luoghi di lavoro
- la fornitura di qualsiasi tipo di sostegno tubolare
- la fornitura di segnali stradali di diversa forma
- la posa in opera degli elementi sopraccitati
- il tracciamento di strisce di mezzeria e di corsia
- l'esecuzione di scritte complete di stop urbano
- il tracciamento di passaggi pedonali
- quant'altro previsto nella presente specifica come lavorazione annessa alla segnaletica

La misurazione e valutazione delle opere avverranno secondo le normative vigenti con le avvertenze a seguire:

- a) Nei lavori in economia sarà retribuita la sola mano d'opera effettivamente prestata in cantiere.
- b) Per i lavori e le opere a misura da eseguirsi eventualmente in ore diverse del normale orario di lavoro non verrà concesso alcun aumento sui prezzi stabiliti.
- c) I prezzi dei noli, ove non sia espressamente disposto in modo diverso nei relativi articoli dell'Elenco Prezzi d'Appalto, si intendono comprensivi di ogni onere, provvista e mano d'opera occorrente per il funzionamento dei mezzi (autisti o manovratori, carburanti lubrificanti, equipaggiamento di lavoro ecc.).
- d) Nelle prestazioni dei mezzi d'opera saranno computate soltanto le ore di effettivo funzionamento in cantiere. In ogni caso non sarà riconosciuto alcun altro compenso per il trasporto del mezzo sul luogo d'impiego.
- e) Per i materiali dati in provvista l'approvvigionamento si intende fatto anche con scarico frazionato a piè d'opera nei magazzini municipali o nei luoghi indicati per il deposito. Il prezzo dei trasporti sarà applicato solamente quando il materiale già provvisto in località designate dalla Direzione Lavori sia in seguito ricaricato, trasportato e scaricato in luogo d'impiego diverso dal primitivo.
- f) Il materiale rimosso (segnali stradali, paline ecc.) di norma dovrà essere portato alle pubbliche discariche a cura e spese della ditta appaltatrice dei lavori, ivi compresi gli eventuali oneri di smaltimento. Qualora la Direzione Lavori valutasse recuperabile parte del materiale, questo dovrà essere portato, senza alcun aggravio di spesa ai magazzini indicati dalla Direzione Lavori.
- g) Il trasporto dei materiali di risulta dovrà essere effettuato alle pubbliche discariche; la Direzione dei Lavori potrà eventualmente richiedere che detti materiali siano trasportati in altri luoghi prestabiliti, comunque compresi nell'ambito del territorio comunale.
- h) Le misurazioni si effettueranno in contraddittorio tra il rappresentante dell'Impresa e direzione lavori. Le misure rilevate saranno riportate negli appositi libretti delle misure e registro di contabilità tenuti dalla Direzione Lavori, firmati dalle parti, nei quali saranno indicate tutte le voci concorrenti a determinare con precisione l'esatta entità dei lavori eseguiti e quant'altro necessitasse alla relativa contabilizzazione.

## 20.4 Qualità, accettazione e provenienza dei materiali

I materiali da impiegare nelle forniture e nei lavori compresi nell'appalto dovranno corrispondere, per caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità in commercio in rapporto alla funzione a cui sono destinati. Possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del Direttore dei Lavori.

I materiali in laminato elastoplastico di tipo autoadesivo dovranno essere prodotti da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI-EN 29000.

Ai sensi del D.Lgs. 163/06 e s.m.i., per garantire le caratteristiche richieste dal presente capitolato, l'Impresa dovrà presentare, per il suddetto materiale, alla Direzione Lavori:

- certificato di antiscivolosità;
- certificato di rifrangenza;
- certificato comprovante la presenza di microsferi in ceramica (o equivalenti);
- certificato attestante che il laminato elastoplastico è prodotto da aziende in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI-EN 29000.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice dei laminati elastoplastici con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta aggiudicatrice dell'appalto, su cui dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

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

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

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

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'Impresa deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

Ove l'Impresa non effettui la rimozione nel termine prescritto dal direttore dei lavori, la stazione appaltante può provvedervi direttamente a spese dell'Impresa, a carico del quale resta anche qualsiasi onere o danno che possa derivargli per effetto della rimozione eseguita d'ufficio.

Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Impresa, restano fermi i diritti e i poteri della stazione appaltante in sede di collaudo.

L'Impresa 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.

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale.

Se gli atti contrattuali non contengono specifica indicazione, l'Impresa è libero di scegliere il luogo da cui prelevare i 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'Impresa dalla loro fornitura a piè d'opera, compresa ogni spesa per eventuali aperture di cave, estrazioni, trasporto da qualsiasi distanza e con qualsiasi mezzo, occupazioni temporanee e ripristino dei luoghi.

A richiesta della stazione appaltante, l'Impresa deve dimostrare di avere adempiuto alle prescrizioni della legge sulle espropriazioni per causa di pubblica utilità, nel caso in cui per contratto le espropriazioni siano state poste a suo carico, e di aver pagato le indennità per le occupazioni temporanee o per i danni arrecati.

## **20.5 Norme di riferimento per l'accettazione dei materiali**

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere devono rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente capitolato speciale d'appalto. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della direzione lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

L'Impresa è obbligata a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente capitolato speciale d'appalto o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari ed UNI vigenti, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione di verbale di prelievo.

### ***20.5.1 Segnaletica verticale***

Tutti i segnali devono essere rispondenti ai tipi, dimensioni e misure prescritte dal Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche di cui al DPR n.610 del 16/9/1996 ed in ogni caso alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Dovrà essere attestata la conformità delle proprie attrezzature o di quelle in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art.194 del DPR 495.

Le prescrizioni tecniche relative alle pellicole rifrangenti si intendono soddisfatte qualora i materiali forniti dalla ditta produttrice risultino sopportare, con esito positivo, tutte le analisi e prove di laboratorio prescritte nei paragrafi seguenti.

### ***20.5.2 Segnaletica orizzontale***

Le segnalazioni orizzontali saranno costituite da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri segni, come indicato all'art.40 del nuovo Codice della Strada e dall'art 137 al 155 del Regolamento di attuazione.

## **20.6 Prove sui materiali**

### ***20.6.1 Accertamenti preventivi***

Per poter essere autorizzata ad impiegare i vari tipi di materiali (pellicole, semilavorati in ferro ed in alluminio, catadiottri, vernici, ecc.) prescritti dal presente Capitolato Speciale, l'Impresa dovrà esibire prima dell'impiego al Direttore dei Lavori per ogni categoria di lavoro, i relativi certificati di qualità ed altri certificati rilasciati da un Laboratorio Ufficiale che verranno richiesti dal Direttore stesso.

Tali certificati dovranno contenere i dati relativi alla provenienza ed 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 fornitura.

I certificati dovranno essere esibiti tanto se i materiali siano prodotti direttamente quanto se prelevati da stabilimenti gestiti da terzi.

In particolare per quanto riguarda le pellicole retroriflettenti, dovrà esibire:

1. copia di certificati di conformità dai quali dovrà risultare la rispondenza delle caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste dal disciplinare tecnico approvato con D.M. 31.03.1995;
2. copia delle certificazioni di qualità rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI/EN 45000, sulla base delle norme Europee della serie UNI/EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzate per la fornitura.
3. certificati di conformità dei segnali finiti ai sensi delle circolari del Ministero dei LL.PP. n°3652 del 17.06.98 e n° 1344 del 11.03.98 e successive modifiche ed integrazioni.

Le copie delle certificazioni di cui ai suddetti punti dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della Ditta partecipante e

dell'Amministrazione richiedente nonché dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data dell'aggiudicazione della gara e da un numero di individuazione. Pertanto la Ditta aggiudicataria dovrà fare pervenire a questa Società, rilasciate direttamente dalla ditta produttrice delle pellicole retroriflettenti che verranno impiegate per la fornitura, copie dei certificati su richiamati.

Per poter essere autorizzato alla fornitura dei vari tipi di materiali prescritti dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Appaltatore dovrà esibire prima dell'impiego al Direttore dei Lavori, per ogni categoria di materiale, le relative sottoelencate "dichiarazioni":

1. una dichiarazione impegnativa, debitamente sottoscritta, nella quale ciascuna ditta, sotto la propria responsabilità, dovrà indicare i nomi commerciali e gli eventuali marchi di fabbrica dei materiali e dei manufatti che si intendono utilizzare per la fornitura.
2. una dichiarazione nella quale si attesti la conformità delle proprie attrezzature o di quelle in possesso della ditta che provvederà alla costruzione dei segnali, come prescritto dall'art. 194 del D.P.R. 495 del 16.12.1992.
3. ai sensi della circolare 17.06.1998 n. 3652 del Ministero dei LL.PP una dichiarazione di conformità del prodotto rilasciata dal fornitore ai sensi delle norme EN 45014.

La dichiarazione impegnativa vincola la Ditta aggiudicataria alla fornitura di materiali conformi ai tipi, alle caratteristiche ed ai marchi di fabbrica in essi indicati.

Il Direttore dei Lavori, dopo aver preso visione dei certificati di "qualità" e di "conformità" presentati dall'Impresa, si accerterà della rispondenza delle caratteristiche dei materiali o dei prodotti proposti per l'impiego, alle prescrizioni date dalle vigenti norme, disponendo ove ritenuto necessario ed a suo insindacabile giudizio, anche prove di controllo preventivo di laboratorio a spese del Committente a meno di quelle per il prelievo e l'invio dei campioni al Laboratorio Ufficiale Autorizzato.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi dalle caratteristiche stabilite dalla vigente normativa, si darà luogo alle necessarie variazioni nei materiali.

Prima dell'inizio dei lavori, il Direttore dei Lavori, presa visione dei certificati di qualità presentati dall'Impresa, disporrà, se necessario (ed a suo insindacabile giudizio) ulteriori prove di controllo di laboratorio a spese dell'Impresa.

Se i risultati di tali accertamenti fossero difformi rispetto a quelli dei certificati, si darà luogo alle necessarie variazioni qualitative e quantitative dei singoli componenti, ed all'emissione di un nuovo certificato di qualità.

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

In relazione a quanto prescritto nel precedente articolo circa le qualità e le caratteristiche dei materiali, per la loro accettazione l'Impresa è obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese di prelievo ed invio dei campioni ai Laboratori Ufficiali, nonché a tutte le spese per le relative prove.

I campioni saranno prelevati in contraddittorio, anche presso gli stabilimenti di produzione per cui l'Impresa si impegna a garantire l'accesso presso detti stabilimenti ed a fornire l'assistenza necessaria.

L'utilizzo di materiali riconosciuti validi e accettati dalla Direzione Lavori non esimerà l'Impresa dall'ottenimento dei valori prestazionali prescritti su strada che sono lo scopo delle lavorazioni.

## 20.7 Materiali

### 20.7.1 Segnaletica verticale

Tutti i segnali stradali, nonché i sostegni ed i relativi basamenti di fondazione dovranno essere conformi per tipi, forme, dimensioni, colori e caratteristiche alle prescrizioni del Regolamento di esecuzione ed attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. del 16 dicembre 1992 n. 495 e successive modifiche ed integrazioni ed alle relative figure e tabelle allegate che ne fanno parte integrante e comunque alle norme in vigore al momento dell'esecuzione dei lavori.

Il supporto dei cartelli stradali dovrà essere in lamiera di alluminio piana. Solo eccezionalmente potranno essere accettate lamiere scatolate e/o particolari piegature di rinforzo.

La lamiera, di alluminio primario incrudito ALP 99,5-I70, avrà uno spessore in grezzo di 30/10 (eccezionalmente potrà essere richiesta a spessore 15/10 o 25/10). Ad ultimazione delle lavorazioni meccaniche, dovrà essere resa scabra mediante carteggiatura meccanica, sgrassata a fondo e quindi sottoposta a procedimento di fosfocromatizzazione o ad analogo procedimento di pari affidabilità su tutte le superfici.

I cartelli dovranno essere ricavati da lamiere perfettamente piane e non da lamiere provenienti da rotoli o peggio code di rotoli, al fine di evitare che il segnale stradale presenti curvature o deformazioni che non saranno tollerate dalla Direzione Lavori.

Il materiale grezzo, dopo aver subito i suddetti processi di preparazione ed un trattamento antiossidante con applicazione di vernici tipo Wash-primer, dovrà essere verniciato a fuoco con opportuni prodotti, i migliori sul mercato. La cottura a forno dovrà raggiungere una temperatura di 140° C.

Il retro dei cartelli verrà ulteriormente finito in colore grigio neutro con speciale smalto sintetico opaco. Inoltre, sempre sul retro di ogni segnale, dovrà essere indicato, in apposito riquadro serigrafato, il nome della ditta costruttrice corredato dagli estremi dell'Autorizzazione Ministeriale, nonché quello della ditta posatrice (se soggetto diverso dal costruttore), l'anno di fabbricazione del cartello, il numero dell'Ordinanza relativa all'attuazione del provvedimento e il logo dell'Amministrazione Comunale.

La composizione di detto riquadro dovrà essere concordata con la Direzione Lavori.

Il complesso di tali iscrizioni non dovrà occupare una superficie maggiore di cmq 200, secondo quanto disposto dall'art. 77 del Regolamento di Esecuzione del Nuovo C. d. S..

Inoltre tutti i cartelli normalizzati, dovranno avere la posizione dei fori perfettamente combacianti tra loro, come da nostri campioni, per consentire l'intercambiabilità dei segnali.

Tutti i segnali dovranno essere conformi a quanto prescritto dal Nuovo C.d.S. e dal suo Regolamento di Esecuzione, nonché delle modifiche introdotte con il d.l. 27 giugno 2003, n. 151, convertito, con modificazioni, dalla l. 1° agosto 2003, n. 214.

La facciata anteriore del cartello stradale, preparato e verniciato sul retro come descritto in precedenza, dovrà essere eseguita, a scelta dalla Direzione Lavori in:

- pellicola di classe 1 - catarifrangente a normale intensità luminosa (E.G.);
- pellicola di classe 2 - catarifrangente ad alta intensità luminosa (H.I.);
- pellicola di classe 2 speciale - catarifrangente ad altissima intensità luminosa (D.G.).

La pellicola catarifrangente detta ai punti □, □ e □, da applicare sulla faccia a vista dei supporti metallici, preparati e verniciati come descritto in precedenza, dovrà avere le caratteristiche sotto descritte.

Su tutti i cartelli stradali la pellicola catarifrangente dovrà costituire un rivestimento senza soluzione di continuità di tutta la faccia utile del cartello, e cioè "a pezzo unico", intendendo definire con questa denominazione un pezzo intero di pellicola, sagomato secondo la forma del segnale, stampato mediante metodo serigrafico con speciali paste trasparenti per le parti colorate e nere opache per i simboli.

La stampa dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dai fabbricanti delle pellicole catarifrangenti e dovrà mantenere inalterate le proprie caratteristiche per un periodo di tempo pari a quello garantito per la durata della pellicola catarifrangente.

I colori da utilizzarsi per la realizzazione dei segnali stradali sono quelli indicati all'art. 78 del Regolamento di Esecuzione Nuovo C.d.S. (D.P.R. 495/92).

Potranno essere accettati simboli con pellicola plastica opaca di colore nero, purché questa offra la stessa garanzia di durata della pellicola catarifrangente sulla quale viene applicata.

I segnali di forma triangolare, circolare, quadrata e rettangolare ed i relativi pannelli integrativi, dovranno essere conformi alle dimensioni indicate dall'art. 80 e riportate nelle Tabelle comprese nel Titolo II degli allegati al D.P.R. del 16/12/1992 n. 495 pubblicato sul Supplemento Ordinario alla G.U. n. 303 del 28/12/92 Serie Generale.

I cartelli eseguiti con pellicola dovranno essere interamente rifrangenti, sia per quanto concerne il fondo del cartello sia per i bordi, i simboli e le iscrizioni, in modo che tutti i segnali appaiano di notte secondo lo schema di colori con il quale appaiono di giorno, in ottemperanza all'art. 79 del Regolamento di Esecuzione del Nuovo Codice della Strada (D.P.R. 16/12/1992 n. 495).

Le pellicole catarifrangenti termoadesive dovranno essere applicate sui supporti metallici, mediante le apparecchiature previste dall'art. 194 comma 1, D.P.R. 16/12/95 n.495 e come modificato dal D.P.R. 16/09/96 n.610.

Infine tutto il segnale dovrà essere protetto da apposita protezione rimovibile che garantisca l'inalterabilità della stampa fino al momento della posa in opera.

### ***20.7.1.1 Pellicole***

Tutte le imprese di segnaletica stradale verticale devono attenersi alle seguenti prescrizioni.

- Disciplinare Tecnico sulla modalita' di determinazione dei livelli di qualita' delle pellicole retroriflettenti impiegate per la costruzione dei segnali stradali approvato con D.M. LL.PP. 31.3.1995.
- Certificazioni di qualita' rilasciate da organismi accreditati secondo le norme UNI EN 45000, sulla base delle norme europee della serie UNI EN 9000, al produttore delle pellicole retroriflettenti che si intendono utilizzare per la fornitura.

Le copie delle certificazioni dovranno essere identificate, a cura del produttore delle pellicole stesse, con gli estremi della ditta partecipante, nonche' dalla data di rilascio della copia non antecedente alla data della lettera di invito alla presente gara e da un numero di individuazione.

Le presenti norme contengono le caratteristiche colorimetriche, fotometriche e tecnologiche cui devono rispondere le pellicole retro riflettenti e le relative metodologie di prova alle quali devono essere sottoposte per poter essere utilizzate nella realizzazione della segnaletica stradale. I certificati riguardanti le pellicole dovranno essere conformi esclusivamente al succitato disciplinare tecnico.

– Pellicole catarifrangenti a normale intensità luminosa (E.G.)

Le pellicole catarifrangenti a normale risposta luminosa con durata di 7 anni (classe 1) consistono in elementi sferici di vetro incorporati in un film di materiale plastico flessibile, trasparente ed a superficie esterna perfettamente liscia.

La pellicola nuova deve avere un coefficiente areico di intensita' luminosa (R') rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno il 50% dei suddetti valori per il periodo minimo di 7 anni di normale esposizione verticale all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso. Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retro riflettenti di classe 1.

– Pellicole catarifrangenti ad alta intensità luminosa (H.I.)

Le pellicole catarifrangenti ad alta intensità luminosa con durata di 10 anni (classe 2) dovranno essere costituite da un film di materiale plastico acrilico, trasparente, tenace, resistente agli agenti atmosferici a superficie esterna perfettamente liscia.

Le proprietà di catarifrangenza devono derivare da un sistema ottico sottostante al film acrilico e costituito da uno strato uniforme di microsferi di vetro perfettamente rotonde e ad elevatissimo indice di rifrazione, incapsulate per mezzo di una speciale resina sintetica.

La pellicola deve avere un coefficiente areico di intensita' luminosa rispondente ai valori minimi prescritti e deve mantenere almeno l'80% dei suddetti valori per il periodo minimo di 10 anni di normale esposizione all'esterno nelle medio condizioni ambientali d'uso. Dopo tale periodo le coordinate tricromatiche devono ancora rientrare nelle zone colorimetriche. Fa eccezione la pellicola di colore arancio che deve mantenere i requisiti di cui sopra per almeno tre anni. Valori inferiori devono essere considerati insufficienti ad assicurare la normale percezione di un segnale realizzato con pellicole retro riflettenti di classe 2.

– Pellicole catarifrangenti ad altissima intensità luminosa (D.G.)

Pellicole catarifrangenti ad altissima intensità luminosa con durata di 10 anni (classe 2 speciale) munite di certificazione per la classe 2, ma aventi caratteristiche prestazionali superiori alla pellicola di classe 2 di cui al capitolo 2, art. 2.2 del Disciplinare Tecnico pubblicato con D.M. 31.03.95

Dette pellicole retroriflettenti devono possedere caratteristiche di Grande Angolarità superiori così come definite dalla seguente tabella relativa alle caratteristiche fotometriche (coefficiente areico di intensità luminosa).

ANGOLO DIVERG	ANGOLO ILLUMIN	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU
1°	5°	80°	65°	20°	10°	4°
	30°	50°	40°	13°	5°	2°,5
	40°	15°	13°	5°	2°	1°
1°,5	5°	20°	16°	5°	2°,5	1°
	30°	15°	8°	2°,5	1°	0°,5
	40°	5°	4°,5	1°,5	0°,5	0°,25

Un rapporto di prova, rilasciato da un istituto di misura previsto dal D.M.. 31/03/1995, attestante che le pellicole retroriflettenti soddisfino i sopraddetti requisiti, deve essere accluso, unicamente alla certificazione di classe 2 prevista dallo stesso D.M.. 31/03/1995, nella documentazione da allegarsi alla campionatura di materiale prima dell'approvazione dello stesso da parte della Direzione Lavori

Potrà essere richiesto che tale pellicola speciale sia inoltre dotata di un sistema anticondensa che oltre alle caratteristiche fotometriche e prestazionali di cui sopra, sarà composta da materiali tali da evitare la formazione di condensa sul segnale stesso durante le ore notturne in cui essa si viene a formare.

Detta caratteristica è definita da un angolo di contatto delle gocce d'acqua sul segnale stesso non superiore a 25°.

Detta misurazione si intende effettuata con strumenti atti alla misurazione delle tensioni superficiali “Krss” con acqua distillata ed alla temperatura di 22°.

In tal caso tali caratteristiche dovranno essere attestate nel rapporto di prova di cui sopra.

– Pellicole stampate

Gli inchiostri trasparenti e coprenti utilizzati per la stampa serigrafica delle pellicole retroriflettenti devono presentare la stessa resistenza agli agenti atmosferici delle pellicole. Le Ditte costruttrici dei segnali dovranno garantire la conformità della stampa serigrafica alle prescrizioni della ditta produttrice della pellicola retroriflettente. I colori stampati sulle pellicole di classe 1 e di classe 2 devono mantenere le stesse caratteristiche fotometriche e colorimetriche previste rispettivamente nei paragrafi successivi.

– Pellicole di tipo A

Pellicole retroriflettenti termoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano a caldo e sottovuoto sui supporti per la segnaletica stradale.

– Pellicole di tipo B

Pellicole retroriflettenti autoadesive. Private del foglio protettivo dell'adesivo, si applicano mediante pressione manuale ovvero con attrezzature idonee sui supporti per la segnaletica stradale.

***Caratteristiche comuni delle pellicole catarifrangenti***

– Coordinate tricromatiche e fattore di luminanza

Tutte le pellicole retroriflettenti a normale intensità luminosa (classe 1), alta intensità luminosa (classe 2) ed ad altissima intensità luminosa (classe 2 speciale) dovranno avere le caratteristiche previste dal disciplinare tecnico approvato con il Decreto Ministeriale 31 marzo 1995 e dovranno essere prodotte da ditte in possesso del sistema di qualità in base alle norme europee serie UNI/EN 29000.

Le certificazioni di conformità relative alle pellicole retroriflettenti proposte, devono contenere gli esiti di tutte le analisi e prove prescritte dal suddetto Disciplinare e, dalla descrizione delle stesse, dovrà risultare in modo chiaro ed inequivocabile che tutte le prove ed analisi sono state effettuate, secondo le metodologie indicate, sui medesimi campioni, per l'intero ciclo e per tutti i colori previsti dalla Tab. 1 del Disciplinare Tecnico summenzionato, riportata di seguito:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che delimitano le zone consentite nel diagramma colorimetrico C.I.E. 1931 (illuminante normalizzato D65, geometria 45/0)				Fattore di luminanza $\beta$	
	1	2	3	4	CLASSE 1	CLASSE 2
BIANCO	x 0,350 y 0,360	0,300 0,310	0,285 0,325	0,335 0,375	$\geq 0,35$	$\geq 0,27$
GIALLO	x 0,545 y 0,454	0,487 0,423	0,427 0,483	0,465 0,534	$\geq 0,27$	$\geq 0,16$
ROSSO	x 0,690 y 0,310	0,595 0,315	0,569 0,341	0,655 0,345	$\geq 0,03$	
VERDE	x 0,007 y 0,703	0,248 0,409	0,177 0,362	0,026 0,399	$\geq 0,03$	
BLU	x 0,078 y 0,171	0,150 0,220	0,210 0,160	0,137 0,038	$\geq 0,01$	
ARANCIO	x 0,610 y 0,390	0,535 0,375	0,506 0,404	0,570 0,429	$\geq 0,15$	
MARRONE	x 0,455 y 0,397	0,523 0,429	0,479 0,373	0,558 0,394	$0,03 \geq \beta \geq 0,09$	
GRIGIO	x 0,350 y 0,360	0,300 0,310	0,285 0,325	0,335 0,375	$0,12 \geq \beta \geq 0,18$	
NERO	x -- y --	--	--	--	$\geq 0,03$	

Le suddette pellicole, quando solamente fornite, dovranno essere dotate posteriormente di adesivo secco da attivare con il calore, steso uniformemente e protetto da un foglio sottile



di polietilene, facilmente asportabile con le sole dita al momento dell'applicazione. Anche la fornitura di pellicola autoadesiva potrà essere richiesta dalla Direzione Lavori.

– Metodologie di prova

Secondo D.M. 31/03/1995 e s.m.i.

– Coefficiente areico di intensità luminosa

Il coefficiente areico di intensità luminosa non deve essere inferiore, per i vari colori ed i vari angoli di divergenza e di illuminazione, ai valori prescritti nella seguente tabella per le pellicole retro riflettenti di Classe 1

Angoli		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd x lux <sup>-1</sup> x m <sup>-2</sup> )						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminaz. β <sub>1</sub> (β <sub>2</sub> = 0)	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	MARRONE	ARANCIO
12'	5°	70,0	50,0	14,5	9,0	4,0	1,0	25,0
	30°	30,0	22,0	6,0	3,5	1,7	0,3	10,0
	40°	10,0	7,0	2,0	1,5	0,5	0,1	2,2
20'	5°	50,0	35,0	10,0	7,0	2,0	0,6	20,0
	30°	24,0	16,0	4,0	3,0	1,0	0,2	8,0
	40°	9,0	6,0	1,8	1,2	0,1	0,1	2,2
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,1	0,1	1,2
	30°	2,5	1,5	0,5	0,3	0,1	0,1	0,5
	40°	1,5	1,0	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1

e nella seguente tabella per le pellicole retroriflettenti di Classe 2.

Angoli		VALORI MINIMI DEL COEFFICIENTE AREICO DI INTENSITA' LUMINOSA (cd x lux <sup>-1</sup> x m <sup>-2</sup> )						
Angolo di divergenza alfa	Angolo di illuminaz. β <sub>1</sub> (β <sub>2</sub> = 0)	BIANCO	GIALLO	ROSSO	VERDE	BLU	MARRONE	ARANCIO
12'	5°	250,0	170,0	45,0	45,0	20,0	12,0	100,0
	30°	150,0	100,0	25,0	25,0	11,0	8,5	60,0
	40°	110,0	70,0	15,0	12,0	8,0	5,0	29,0
20'	5°	180,0	120,0	25,0	21,0	14,0	8,0	65,0
	30°	100,0	70,0	14,0	12,0	8,0	5,0	40,0
	40°	95,0	60,0	13,0	11,0	7,0	3,0	20,0
2°	5°	5,0	3,0	1,0	0,5	0,2	0,2	1,5
	30°	2,5	1,5	0,4	0,3	0,1	0,1	1,0
	40°	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1	0,1	1,0

Per applicazioni di tipo sperimentale, nel caso di utilizzo di pellicole di classe 2 ad alta risposta luminosa grandangolare, devono essere sempre rispettati i valori minimi indicati nella riportata tabella.

***Caratteristiche tecnologiche e metodologiche di prova***

– Condizioni di prova

Le prove devono essere iniziate dopo un condizionamento minimo di 24 ore alla temperatura di 23+/- 2 gradi C e 50 +/- 5% di umidità relativa. Le prove di resistenza devono essere effettuate su provini sigillati con un prodotto idoneo.

– Spessore, incluso l'adesivo

Il valore dello spessore deve essere riportato nel certificato di conformità.

Un pezzo di pellicola retroriflettente, delle dimensioni di circa mm. 150x150 dal quale sia stato rimosso il foglio protettivo dell'adesivo, viene applicato su una lamiera di alluminio, il cui spessore è stato precedentemente misurato con un micrometro.

Si effettuano quindi almeno 3 determinazioni in zone differenti dello spessore complessivo della lamiera e della pellicola, utilizzando lo stesso micrometro. La media delle differenze tra lo spessore complessivo e quello della sola lamiera rappresenta lo spessore medio della pellicola.

– Adesività

Le pellicole retro riflettenti sia di tipo A sia di tipo B devono aderire perfettamente ai supporti su cui sono applicate e non dare segni di distacco per il periodo di vita utile della pellicola.

Su tre pannelli di alluminio di circa mm 60x120 si applica, secondo le indicazioni della ditta produttrice della pellicola, un pezzo della pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova di circa mm 20x40. Dopo aver condizionato i provini secondo quanto indicato al paragrafo 5.4. si rimuovono circa cm 2 lineari di pellicola con l'aiuto di un bisturi o di una lametta. Si tenta di rimuovere quindi i rimanenti cm 2 lineari di pellicola manualmente, senza l'aiuto di attrezzatura alcuna.

La prova si considera superata positivamente:

- se nonostante l'aiuto di un bisturi o di una lametta non risulta possibile la rimozione dei primi cm 2 lineari di pellicola;
- se la rimozione manuale senza aiuto di attrezzatura provoca la rottura, anche parziale, della pellicola.

– Flessibilità

Al termine delle prove le pellicole retroriflettenti, sia di classe 1 che di classe 2, non devono mostrare fessurazioni superficiali o profonde.

La prova di controllo sarà articolata come segue: su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 60x120x0,5 si applica la pellicola retroriflettente da sottoporre alla prova.

Trascorse 48 ore dall'applicazione, ogni pannello in 15 secondi viene impiegato a 9° su un mandrino del diametro di 10 mm per le pellicole di classe 1 e di 20 mm per le pellicole di classe 2; nella piegatura la superficie catadiottrica deve trovarsi all'esterno.

La prova si considera positiva se la pellicola non si rompe nella zona del piegamento per nessuno dei provini.

– Resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale

Al termine della prova di 1000 ore per la pellicola di Classe 1 e 2200 ore per quella di Classe 2, le pellicole retro riflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacchi). Inoltre, le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I ed il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° e ad un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 2.

La prova di controllo sarà articolata: Su tre pannelli di alluminio si applica un pezzo di pellicola avente dimensioni di mm 90 x 90.

Eventualmente possono anche essere utilizzate dimensioni diverse a seconda delle caratteristiche costruttive delle attrezzature di prova. L'area del pannello non deve però essere inferiore a mm 50x50.

Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al punto 5.1. i provini vengono sottoposti ad invecchiamento artificiale, in conformità alla norma ASTM G 26 - 83.

Le modalità di prova sono le seguenti:

- metodo di prova "A": esposizione continua alla luce ed esposizione intermittente a spruzzi di acqua;
- ciclo di prova: 102 minuti di luce seguiti da 18 minuti di luce e spruzzi di acqua;
- sorgente luminosa: lampada allo xenon di 6500 W;
- filtro interno ed esterno in vetro al borosilicato;
- irraggiamento sul campione: controllato mediante regolazione della potenza della lampada a gradi per la simulazione della distribuzione spettrale relativa di energia della luce diurna lungo tutta la regione attinica;
- temperatura massima in corrispondenza dei provini durante l'esposizione alla sola azione delle radiazioni: 63° +/- 5° (misurata mediante termometro a bulbo nero);
- umidità relativa: 65+/-5%;
- temperatura dell'acqua all'ingresso dell'apparecchio di spruzzo: 16° +/- 5° C.

Al termine dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

Se la prova d'invecchiamento artificiale riguarda pellicole stampate serigraficamente, al termine della prova le zone stampate devono rispettare le prescrizioni fissate con riferimento ai valori riportati nelle note 2 e 3 alle tabelle II e III del D.M. 31/03/1995.

– Resistenza alla nebbia salina

Al termine della prova, le pellicole retroriflettenti non devono mostrare alcun difetto (bolle, spellamenti, fessurazioni, distacco), ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tab. I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5°, non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 2.

La prova di controllo si articola come segue: su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 90 x 120 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 90 x 120. Dopo un condizionamento li si sottopone all'azione della nebbia salina, ottenuta da una soluzione acquosa di cloruro di sodio al 5% (5 parti in peso di NaCl in 95 parti di acqua deionizzata), alla temperatura di 35 +/- 2 gradi C. La prova è costituita da due cicli di 22 ore, separati da un intervallo di 2 ore a temperatura ambiente, durante il quale i provini si asciugano. Al termine, dopo aver lavato con acqua deionizzata i provini ed averli asciugati con un panno morbido, se ne osserva lo stato di conservazione. Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

- Resistenza all'impatto

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare segni di rottura o di distacco dal supporto.

La prova di controllo si articola come segue: su tre pannelli di alluminio delle dimensioni di mm 150x 150x0.5 si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 150 x 150. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1., i provini devono essere appoggiati sui bordi in modo da lasciare un'area libera di mm 100x100. Si sottopone il centro dei provini all'impatto di una biglia di acciaio del diametro non superiore a 51 mm e della massa di 540 g in caduta da un'altezza di 22 cm.

- Resistenza al calore

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 2.

La prova di controllo si articola come segue: su tre pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm. 15 x 75, si applica un pezzo di pellicola avente anche esso le stesse dimensioni. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, li si sottopone in forno alla temperatura di 70° +/- 3 ° C per 24 ore. Trascorse 2 ore a temperatura ambiente, si osserva lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche colorimetriche e fotometriche previste.

– Resistenza al freddo

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono rispondere alle prescrizioni di cui alla tabella I; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. II per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. III per le pellicole di classe 2.

– Resistenza ai carburanti

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi) ed in particolare le coordinate tricromatiche devono ancora rispondere alle prescrizioni di cui alla relativa tabella; il coefficiente areico di intensità luminosa relativo ad un angolo di divergenza di 20° ed un angolo di illuminazione di 5° non deve risultare inferiore ai seguenti valori:

- 50% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 1;
- 80% dei valori minimi di cui alla tab. per le pellicole di classe 2.

La prova di controllo si articola come segue: su due pannelli di alluminio, delle dimensioni di mm 60 x 120, si applica un pezzo della pellicola in esame avente anch'esso dimensioni di mm 60x120. Dopo un condizionamento secondo quanto indicato al paragrafo 5.1, i pannelli vengono immersi in una vaschetta di vetro contenente una miscela costituita per il 70% da isottano e per il 30% da toluene.

La prova ha durata di 1 minuto alla temperatura di 23° +/- 1 ° C. Al termine, i provini vengono tolti dal liquido di prova; si lavano con acqua deionizzata, si asciugano con un panno morbido e se ne osserva lo stato di conservazione. Trascorse 24 ore, si controlla una seconda volta lo stato di conservazione dei provini e si effettua la verifica delle caratteristiche calorimetriche e fotometriche previste.

– Resistenza ai saponi ed ai detersivi neutri

Al termine della prova, le pellicole non devono mostrare alcun difetto (bolle, delaminazioni, rotture, fessurazioni o distacchi).

La prova si esegue utilizzando però normali saponi e detersivi neutri disponibili in commercio. Durata della prova: 1 ora alla temperatura di 23° +/- 1 ° C.

– Caratteristiche del contrassegno di individuazione

Il contrassegno di individuazione deve essere integrato con la struttura interna della pellicola, deve essere inasportabile, non contraffatti bile e deve rimanere visibile dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale.

Un campione rappresentativo di pellicola, sia di Classe 1 che di Classe 2, di dimensioni tali da comprendere al meno un contrassegno, deve essere sottoposto ad abrasione mediante un bisturi oppure un raschietto fino alla asportazione parziale dello strato superficiale.

Dopo la prova, il contrassegno deve ancora permanere nella struttura interna della pellicola.

– Verifica della durata

Dopo la prova di resistenza all'invecchiamento accelerato strumentale, il contrassegno di individuazione deve rimanere ancora visibile.

### ***20.7.1.2 Pannelli integrativi***

Di norma le dimensioni più usuali per i tipi di pannello integrativo, sono di mm 150x350, mm 270x800 e di mm 500x250 o 600x250, con spigoli arrotondati, trattati come i cartelli stradali sopra descritti (retro grigio neutro); le scritte per quanto riguarda la dicitura, l'impaginazione, carattere e dimensione, dovranno sempre essere preliminarmente concordate con la Direzione Lavori, e potrà essere richiesta la presentazione a titolo gratuito di un fac-simile in scala naturale.

Il prezzo della posa del pannello aggiuntivo comprende le staffe utili per l'ancoraggio diretto su sostegno  $\phi$ mm 48 o  $\phi$ mm 60 ovvero ivi compreso l'ancoraggio della base del pannello al sostegno tramite legamento con materiale non ossidabile.

A richiesta della Direzione Lavori, il pannello può essere un unico pezzo pur indicando più elementi, come ad esempio il pannello di dimensioni 600x250 mm riportante le indicazioni combinate dei modelli 3/A+5/A+6.

### ***20.7.1.3 Staffe e ancoraggi***

L'ancoraggio del segnale stradale al sostegno dovrà essere effettuato a seconda del tipo di sostegno posato in opera.

L'ancoraggio del segnale stradale alle paline con anello portadisco sarà effettuato mediante tre pernetti opportunamente fresati e forati, posti ad intervallo di 120° sull'anello, di questi, due sono fissi ed il terzo inseribile per consentire la posa del disco che verrà poi fermato con una coppiglia inox a forcina antirotazione. Il pernetto mobile sarà in lega di alluminio con vite in ottone a testa lenticolare.

L'eventuale pannello aggiuntivo, da porre sotto il segnale stradale, sarà ancorato all'anello porta disco mediante due staffette in lamiera di acciaio inox fermate con due bulloni passanti T.E. 8MA15 e dado T.E. spessore 6 mm, il tutto in acciaio inox 18/10.

L'ancoraggio del segnale stradale alla palina semplice sarà effettuato mediante staffe a collare in ferro zincato a caldo, di norma due coppie per segnale, fissate con bulloni passanti T.E. 8 MA x 15 dado spessore 4mm 6, tutto in acciaio inox 18/10 con marchio di qualità dichiarato, compresa la rosetta in nylon da inserirsi tra la testa del bullone e la faccia anteriore del segnale.

Detta staffa, piegata a freddo, avrà uno spessore non inferiore a mm 3 ed il fermo alla palina sarà effettuato con bullone passante T.E. 8 MA x 25, dado spessore mm 6 sempre in acciaio inox. Il tutto come nostri campioni. La Direzione Lavori in alternativa, senza variazione di prezzo, può richiedere la staffa inox il cui spessore minimo sarà di mm 2, larghezza minima mm 30. Per l'ancoraggio dei pannelli integrativi o similari sarà sempre

usata la staffetta inox; spessore minimo mm 10/10 larghezza mm 20 con spigoli smussati, bulloneria inox come sopra descritto.

Per l'ancoraggio del segnale stradale su palificazioni esistenti di diametro superiore alla norma come pali luce o di tesata, semaforici, tralicci, ecc., si dovrà usare il sistema Band-It con particolari staffette a “U” dette cavalletto, in ferro zincato a caldo, di norma due per segnale fissate con bulloni passanti come descritto nel comma precedente. La staffetta avrà uno spessore non inferiore a 4 mm. Il nastro e le staffette del Band-It (con marchio originale) saranno in acciaio inox spessore non inferiore a mm 0,76 e altezza non inferiore a mm 12,7. L'eventuale pannello aggiuntivo, ubicato sotto il segnale stradale ancorato ai sostegni descritti ai punti, sarà posato con le medesime staffe, staffette e bulloneria usate per ancorare i segnali stradali.

Rimane inteso che l'Impresa dovrà rispondere di eventuali danneggiamenti procurati a dette palificazioni durante il montaggio o smontaggio di cui sopra.

Non è in ogni caso ammesso avvalersi di sostegni o palificazioni diversi da quelli sopra elencati, in special luogo se di proprietà privata o di gronde, montanti di recinzioni e cancellate. L'Impresa risponderà degli eventuali danni arrecati.

Nei casi descritti, dove il segnale è ancorato con bullone passante, è richiesta l'applicazione di una rondella trasparente in nylon, a protezione della pellicola dallo sfregamento del bullone da interporre tra la T.E. del bullone e la faccia del segnale stesso.

#### ***20.7.1.4 Cartelli "Nome strada"***

I segnali stradali detti “nome strada” o “targa viaria” dovranno essere conformi alle prescrizioni stabilite dall'art. 133 del DPR 495/92. Le dimensioni saranno scelte dalla Direzione Lavori in relazione alla lunghezza delle iscrizioni e delle caratteristiche del luogo di posa.

Il supporto sarà a pannello tamburato, in lega di alluminio estruso (tipo UNI 3569 nello stato TA16) spessore totale del pannello non inferiore a mm 25, spessore delle due facce parallele lisce non inferiore a mm 2,5, finite su ambo le facciate con fondo in pellicola rifrangente E.G./H.I. a scelta della Direzione Lavori, bordino rifrangente azzurro, scritte nere in Scotcheal serigrafate.

Dette targhe dovranno avere una staffa apposita, di altezza uguale a quella del segnale, per pali Ø 60 mm o 48 mm. Nel caso si dovessero ancorare a pali luce o similari la staffa dovrà essere di foggia idonea per l'applicazione con il sistema BAND-IT.

All'altro estremo il pannello dovrà essere chiuso da un coprigiunto o tappo a incastro.

#### ***20.7.1.5 Segnali bifacciali in alluminio scatolato***

Alcuni articoli del Regolamento di Attuazione del Nuovo C.d.S. prevedono la posa di cartelli bifacciali. A tale scopo è prevista l'installazione di cartelli di forma quadrata, cm 60x60, in alluminio estruso scatolato, riportanti su ambo le facciate i simboli richiesti in pellicola E.G. od H.I.. Il sistema di ancoraggio e tutte le altre caratteristiche saranno del tutto simili a quelle già descritte nell'articolo precedente.

Entrambi gli ancoraggi dovranno essere in alluminio o materiale non ossidabile e inalterabile agli sbalzi di temperatura.

Tutta la bulloneria o similari dovrà essere in acciaio inox.

#### ***20.7.1.6 Segnali di direzione urbana e di conferma urbana***

##### **– Cartello monofacciale**

I cartelli dei segnali di direzione urbana o altri similari dovranno di norma avere dimensioni di cm 125x25, eccezionalmente potranno essere di cm 125x30 e 150x30, realizzati con speciale profilo in lega di alluminio estruso (tipo UNI 3569 nello stato TA 16).

Detto elemento estruso, la cui faccia liscia (portante il messaggio) ha uno spessore non inferiore a mm 2,5, è realizzato con un profilo sagomato di irrigidimento corrente orizzontalmente lungo tutto il bordo superiore ed inferiore, inoltre lungo l'asse orizzontale è ricavata una profilatura a canale continuo che consente di alloggiare e far scorrere i bulloni (a testa esagonale o quadra) di serraggio delle staffe per l'ancoraggio dei segnali ai relativi sostegni. Lungo i bordi superiori ed inferiori, sono ricavate scanalature e innesti atti a permettere la perfetta giunzione di più pannelli formanti un corpo unico sostenuto da unico sostegno.

La faccia del pannello, atta all'applicazione del messaggio, deve essere completamente liscia senza alcuna scanalatura o protuberanza ed esente da sbavature.

##### **– Cartello bifacciale**

Qualora il segnale di direzione venga posato a bandiera, questi dovrà essere realizzato con profilo in lega di alluminio estruso scatolato tamburato come descritto nell'art. 2.15.5 (cartelli nome strada).

La scelta della pellicola verrà stabilita dalla Direzione Lavori, a seconda della ubicazione dei segnali stessi, salvo i casi obbligatori già previsti dalle normative vigenti.

Il colore di fondo, il bordino inferiore, il simbolo, la freccia e tutti gli altri segni che compongono la targa devono essere rifrangenti con il medesimo materiale e sistema di applicazione a Vacuum. Per quantità ripetitive, previo il benessere della Direzione Lavori, potranno essere eseguite con il sistema a stampa mediante il metodo serigrafico usando speciali paste trasparenti per le parti colorate e opache per il colore nero.

La stampa serigrafica dovrà essere effettuata con i prodotti ed i metodi prescritti dal fabbricante di pellicole catarifrangenti e dovrà mantenere le proprie caratteristiche per un periodo pari a quello garantito per la durata della pellicola.

Infine tutto il segnale dovrà essere sempre protetto da apposito trasparente di finitura che garantisca la inalterabilità della stampa.

L'ancoraggio del segnale dovrà essere effettuato mediante staffe di foggia opportuna a seconda del tipo di sostegno come già descritto per gli altri tipi di segnali.



### **20.7.1.7 Segnali di preavviso o di presegnalazione di grandi dimensioni**

I cartelli saranno di dimensioni variabili e proporzionali alla quantità e dimensioni dei messaggi inseriti, nonché alla larghezza della banchina che dovrà ospitare il cartello stesso.

Detti cartelli saranno realizzati in lamiera di alluminio semicrudo puro al 99%, dello spessore di 25/10 di mm, rinforzati mediante scotolatura perimetrale.

I cartelli di superficie superiore a mq 1,5 dovranno essere ulteriormente rinforzati con traverse di irrigidimento ad “omega” fissate sul retro del cartello stesso.

Nel caso in cui la superficie del pannello sia di notevoli dimensioni, questi ultimi dovranno essere costituiti da due o più elementi, uniti mediante angolari in lega speciale anticorrosione di alluminio, opportunamente forati e muniti di bulloncini e dadi in acciaio inox 18/10 per l'assemblaggio.

Il messaggio sarà realizzato con pellicola rifrangente classe 2 e classe 2 speciale già con le caratteristiche descritte in precedenza.

Sono ammessi simboli, frecce, bordini con pellicola plastica opaca di colore nero purché questa abbia le stesse garanzie di durata della pellicola catarifrangente sulla quale vengono applicati.

L'ancoraggio del cartello ai sostegni sarà effettuato da staffe a collare in acciaio inox di dimensioni adatte a sostenere il cartello e proporzionate al diametro dei sostegni necessari alla struttura e comunque di altezza non inferiore a mm 30 e di spessore non inferiore a mm 3.

### **20.7.1.8 Pannelli d'informazione turistica con struttura a bacheca**

La Direzione Lavori potrà richiedere la fornitura e posa di strutture particolari, valide sotto l'aspetto dell'arredo urbano e nel contempo robuste e antivandaliche, adeguate ad installare messaggi d'informazione.

Le caratteristiche generali e particolari saranno le seguenti:

- a) Pannello bifacciale costituito da apposito profilo in alluminio (profilo cornice verticale) che accoppiato ad altro profilo, sempre in alluminio (profilo cornice orizzontale), costituisce la cornice perimetrale di supporto del pannello.

Sarà corredato su entrambi i lati di un profilo antina apribile in estruso di alluminio atto a sostenere un pannello in polycarbonato tipo Lexan ad alta flessibilità, spessore minimo mm 2, a protezione del messaggio.

La lamiera porta messaggio è realizzata in alluminio grezzo, lega 1050 H=24 spessore 15/10 mm. Detta struttura sarà sostenuta da particolari pali di sostegno a sezione quadrangolare particolare, con spigoli molto arrotondati, realizzati in profilo tubolare estruso di dimensioni variabili a seconda delle misure del pannello, (mm 80x80; 105x105; 120x120) e altezza m 2,60 ca.. Detti pali saranno dotati di quattro canalette verticali esterne, per tutta la loro lunghezza, a sezione rettangolare di dimensioni tali da consentire l'inserimento della struttura del pannello descritto al punto precedente. I pali di sostegno, all'estremità superiore, saranno corredati di un coperchio a spigoli fortemente arrotondati in materiale plastico rinforzato (Nylon). La struttura sarà ancorata al suolo mediante l'inserimento dei pali di sostegno su tubolari in acciaio zincato Ø mm 50 (per sez. mm 80x80) spessore mm 3 circa, che verranno saldamente fissati alla pavimentazione e sporgenti dal suolo minimo cm 70. La struttura verrà poi

fermata con viti a brugola a scomparsa nella canalina Superiormente al pannello in alluminio sarà previsto un profilato scatolato delle dimensioni di mm 100x25 fissato ai pali di sostegno con opportuni morsetti a scomparsa nelle canalette del palo stesso.

- b) A completamento della predetta struttura sono previsti dei basamenti ai due piantoni laterali aventi funzione puramente estetica e che potranno essere di due tipi:
1. basamento in conglomerato cementizio lavato e sabbiato, dimensioni (per sostegno mm 80x80) cm 26x26x28h, con tutti gli spigoli arrotondati. Sarà opportunamente forato sull'asse per consentire il passaggio del profilo di sostegno della struttura;
  2. basamento in fusione di alluminio verniciato (lega SGALS 113) a forma tronco-conica adatto a consentire l'inserimento del palo di sostegno di particolare profilo.

Tutti gli estrusi saranno in lega di Alluminio 60x60 (UNI3569). Tutte le superfici di alluminio a vista saranno verniciate con particolare trattamento a norma UNICHIM 427.

Le dimensioni principali standard saranno:

- a) Luce espositiva cm 70x100 h.
- b) Luce espositiva cm 100x140 h.
- c) Luce espositiva cm 200x140 h.

## **20.7.2 Sostegni segnali verticali**

### **20.7.2.1 Caratteristiche comuni ai sostegni.**

Tutti i tipi di sostegni, come sopra descritti, dovranno comunque rappresentare un insieme armonioso costituito dai vari elementi saldati e zincati. A tal proposito si precisa che non verranno accettati, sia sul luogo d'impiego, sia come fornitura a magazzino, quegli elementi che presentino giunzioni e saldature non strettamente necessarie, in special modo lungo la lunghezza del tubolare di sostegno, sfridi di zincatura che occludano in tutto od in parte le asole ferma-disco, i fori per le coppiglie, ecc. o presentino sporgenze e sbavature particolarmente appuntite e pericolose per la movimentazione ed il trasporto dei sostegni stessi.

Ogni sostegno sarà opportunamente forato alla base onde poter consentire l'inserimento di un perno antirotazione del diametro di 8 mm.

In ogni caso la Direzione Lavori si riserva di chiedere la sostituzione integrale degli elementi non conformi ai campioni depositati presso i ns. magazzini od in subordine l'eliminazione in loco ed a cura dell'aggiudicatario dei difetti eventualmente riscontrati senza che l'Impresa aggiudicataria possa addurre eccezioni o riserve di sorta.

A titolo d'esempio, si segnala che i sostegni in uso nella Città di Torino sono molteplici e costituiscono una variante delle due tipologie principali come sopra descritto.

Per i sostegni Tipo Torino, la corona portadisco (o portaquadrello) può trovarsi in posizione centrata, semplice o doppia, a bandiera semplice o doppia ecc.

Le piantane possono altresì variare sia nell'altezza così come nelle forme. Si avranno pertanto piantane normali, ridotte, extra lunghe, speciali per posizionamento su pali semaforici, pali a collo d'oca o a giro. Tutte le tipologie previste per l'uso nella Città di Torino sono quelle delle normative vigenti.

Tutti i tipi di sostegno saranno chiusi alla estremità superiore da un cappellotto saldato o inamovibile, anche in materiale plastico, purchè resistente agli agenti atmosferici.

Tutti i tipi di sostegno dovranno essere in pezzo unico e pertanto non dovranno presentare su tutta la lunghezza alcuna saldatura o giunzione se non quelle assolutamente indispensabili per le caratteristiche peculiari dei sostegni stessi.

I sostegni dovranno essere zincati a caldo per immersione secondo le norme UNI 5101 e ASTM 123 e dovranno avere un foro passante per l'inserimento dello spinotto anti-rotazione posizionato a circa 5 cm dal termine della parte tubolare.

#### ***20.7.2.2 Paline con anello portadisco o portaquadrello ("Paline tipo Torino").***

Dovranno essere in tubo di acciaio, trafilato a freddo con saldatura longitudinale per induzione ricavata da nastro con resistenza non inferiore a Fe 430 C diametro esterno mm 60 con spessore minimo del tubo di mm 3,25.

L'anello portadisco (o il portaquadrello) dovrà essere realizzato in tubolare di Ø mm 27, in acciaio come sopra, dovrà avere un diametro interno netto di mm 630 con i due pernetti fissi saldati in posizione 0° e 120° e con foro per il pernetto mobile posto in posizione a 240°.

La congiunzione della palina all'anello portadisco sarà effettuata mediante saldatura eseguita a regola d'arte previo schiacciamento della parte sommitale del tubolare di sostegno, fino ad unire armoniosamente i due elementi.

#### ***20.7.2.3 Palina semplice detta "piantana" (Tipo comunemente commerciale).***

Dovrà essere in tubo di acciaio con caratteristiche analoghe a quelle descritte al comma precedente, potrà essere di due sezioni:

- mm 48 spessore minimo mm 3 (da utilizzarsi per piantane ridotte speciali)
- mm 60 spessore minimo mm 3,25 (per tutti gli altri usi)

#### ***20.7.2.4 Altri sostegni tubolari***

Pali utilizzati per sostenere cartelli in numero considerevole o di dimensioni maggiorate saranno di diametro e spessore maggiorati come segue:

- Ø mm 90 spessore minimo mm 3,65
- Ø mm 100 spessore minimo mm 4,00
- Ø mm 115 spessore minimo mm 4,50
- Ø mm 120 spessore minimo mm 4,70
- Ø mm 150 spessore minimo mm 4,85
- Ø mm 180 spessore minimo mm 5,50
- Ø mm 200 spessore minimo mm 6,00

### **20.7.2.5 Sostegno tipo palo a C o a rotaia**

E' costituito da profilato a “C” in acciaio FE360, zincato a caldo (zincatura non inferiore a 300 g/mq) sezione 80x120x80 mm e spessore non inferiore a mm 5.

Da usarsi preferibilmente in tratta di strada fuori dai centri abitati lungo sponde erbose o rilevati stradali.

### **20.7.2.6 Particolari sostegni e strutture in profilato di alluminio estruso**

Per consentire l'esecuzione di lavori finalizzati alla realizzazione di opere di arredo urbano nell'ambito della segnaletica stradale ed elementi complementari della stessa, la Direzione Lavori potrà ordinare la fornitura e l'eventuale posa di sostegni realizzati con profilati particolari in alluminio estruso del tutto simili a quelli descritti nell'articolo precedente ma con diverse dimensioni e sezioni.

### **20.7.2.7 Sostegni tipo pali a sbraccio**

Sono utilizzati per posare cartelli sospesi sulla carreggiata quando questa è molto larga, affinché sia resa più agevole la vista dei segnali agli utenti.

I tipi e le dimensioni di norma saranno le seguenti:

a) Tipo semplice a sbraccio normale:

- altezza fuoriterra sottotarga	m 5,50
- aggetto	m 3,00/4,00
- diametro alla base	mm 139
- diametro superiore	mm 70
- spessore minimo	mm 3,50/4,00

b) Tipo semplice a sbraccio allungato:

- altezza fuoriterra sottotarga	m 5,5
- aggetto	m4,00/6,00
- diametro alla base	mm180
- diametro superiore	mm 95
- spessore minimo	mm 5,00/6,00

c) Tipo doppio a sbraccio normale:

- altezza fuoriterra sottotarga	m 5,5
- aggetto	m 3,00/4,00

- diametro alla base	mm 180
- diametro superiore	mm 95
- spessore minimo	mm 5,00/7,00

N.B. il cartello viene ancorato al palo in prossimità dell'apice dello sbraccio.

#### ***20.7.2.8 Pali per tesate e altri tipi di strutture***

La Direzione Lavori può richiedere strutture portanti per segnali di media dimensione da collocare su ogni corsia di marcia; dette strutture potranno essere formate da pali per tesata; da strutture composite formate da palo verticale più palo orizzontale, sorretto quest'ultimo da staffa e tirante ancorato al palo verticale; da pali a sbraccio rinforzati per aumentarne la gettata. I pali di cui sopra del tipo "Mannesmann" in acciaio dovranno essere dimensionati a seconda della necessità di portata e impatto ambientale, sempre tenendo conto delle norme UNI CNR 10011 - 10012 come descritte nell'articolo successivo (Portali). Anche per queste strutture la Ditta è obbligata a consegnare prima della posa in opera il calcolo di stabilità.

#### ***20.7.2.9 Portali e portalini***

La Direzione Lavori potrà richiedere la fornitura e posa di portali a bandiera, a farfalla e sovrappassanti.

Le caratteristiche generali saranno le seguenti:

- Materiale: in alluminio o leghe leggere antiossidanti equivalenti e con caratteristiche tendenti a migliorare la resistenza costruttiva della struttura, che sarà scatolata e saldata.
- Altezza utile: sarà tale da consentire una luce libera sotto targa minima di m 5,50 dal punto più elevato della sezione stradale sottostante.
- Plinto di fondazione: sarà in cemento armato di adeguate dimensioni e comprenderà lo scavo eseguito anche a mano, se necessario, le eventuali cassature e sbadacchiature, l'armatura in ferro ed il getto, nonché il tronchetto di fondazione in acciaio annegato nel plinto, dove verrà imbullonato il portale. Tra la base del tronchetto e la base del dritto del portale sarà interposta una piastra in lega speciale, atta ad eliminare la coppia elettrolitica che si formerebbe al contatto diretto fra acciaio e lega leggera.

Tutta la bulloneria di ancoraggio al basamento e quella degli sbracci, nonché quella del cartello al portale, degli eventuali rinforzi al cartello stesso ecc., dovrà essere in acciaio inox; così pure saranno in acciaio inox tutte le staffe utilizzate per bloccare il cartello al portale. Il costo del tutto è compreso nel prezzo della fornitura e posa.

Oltre a quanto detto nella voce relativa agli scavi, del presente articolo tutto il materiale di risulta dovrà essere trasportato alla discarica pubblica a cura e spese della ditta esecutrice dei lavori.

Ogni portale, in base alle dimensioni del cartello da sostenere, dovrà essere calcolato secondo le norme UNI CNR 10011-10012, atto a sopportare le sollecitazioni provocate dal vento alla velocità di 150 Km/h sul portale completo di targa.

Il calcolo di stabilità della struttura e della fondazione dovrà essere firmato da un professionista abilitato; la ditta appaltatrice a sua cura e spese dovrà consegnare alla Direzione Lavori in duplice copia, relazione tecnica comprendente il calcolo di stabilità di cui sopra e disegni quotati delle strutture con evidenziati in scala opportuna i particolari del fissaggio e le dimensioni della bulloneria.

Per altri tipi di portali (portali a bandiera o farfalla con tiranteria, portali a cavalletto tubolare composto, portali a sezione diversa non circolari ecc.) la ditta appaltatrice, se richiesto dalla Direzione Lavori, dovrà presentare un modello in scala con allegata una relazione tecnica ove sia evidenziato:

1. la superficie massima dei cartelli che possono esservi installati, nonché il peso sopportato e l'incidenza delle eventuali apparecchiature elettriche di illuminazione, sempre tenendo conto della spinta del vento ad una velocità di 150 km/h;
2. il materiale impiegato (lega leggera o ferro trattato), il peso totale della struttura e, se necessario, il peso indicativo del tronchetto in acciaio annegato nel plinto;
3. le dimensioni del plinto di fondazione; nonché le dimensioni e peso della eventuale armatura in ferro.

La Direzione Lavori sceglierà, a suo insindacabile giudizio, il portale ritenuto più idoneo tenendo conto delle caratteristiche strutturali e dell'impatto ambientale.

I portalini consistono in strutture simili a quelle sopra descritte ma di dimensioni molto più contenute in relazione alla dimensione dei cartelli che gli stessi dovranno sopportare e alle caratteristiche peculiari dei siti di posa.

Anche per queste strutture la Ditta sarà obbligata a consegnare il calcolo di stabilità come sopraddetto.

#### **20.7.2.10**      *Criteria di posa e dimensioni dei sostegni*

L'altezza della palina oltre ad essere in funzione delle dimensioni del cartello o del numero dei segnali da collocare (tenendo conto dei prescritti franchi di sicurezza richiesti dal Codice Stradale) dipende anche dall'ubicazione del sito di posa (marciapiede rialzato, largo o stretto, marciapiede a raso, banchina spartitraffico non pedonabile, ecc.).

Tutti i sostegni e le staffe dovranno essere dimensionati per resistere all'azione del vento, secondo le normative vigenti in relazione alla zona di posa, tenuto conto della superficie dei cartelli da installare aumentata del 5% per maggior garanzia di sicurezza.

La Direzione Lavori si riserva di stabilire l'altezza del posizionamento dei segnali in funzione del tipo di sostegno adottato.

#### **20.7.2.11**      *Manutenzione dei sostegni*

Quando, a giudizio della Direzione Lavori, la palificazione esistente sia ritenuta ancora in condizioni tali da non determinare la sua rimozione, all'Impresa potrà essere richiesto, oltre alla fornitura in opera del segnale stradale, anche la manutenzione del sostegno. Questo dovrà essere reso perfettamente verticale, se del caso, rifacendo o rinforzando il basamento.

Se necessario dovrà pure essere verniciato con una mano di antiruggine al 25% di cromato di zinco e 15% di ossido di zinco sul totale dei pigmenti e una mano di vernice sintetica per palificazioni di colore da convenirsi.

Particolare cura dovrà essere posta nella preparazione della superficie; prima della stesa della vernice questa dovrà essere ben ripulita da terriccio, olii, grassi, detriti e altri eventuali materiali estranei, inoltre dovrà essere raschiata con spazzole di ferro e scartavetrata onde rimuovere totalmente l'ossidazione.

La vernice verrà stesa in strato uniforme e continuo, di sufficiente corposità e spessore, evitando colature e macchie in genere.

Particolare riguardo si dovrà avere nel verniciare paline ancorate a pali semaforici e di altre utenze evitando spruzzatore e pennellate su dette strutture, che comunque dovranno essere immediatamente eliminate a totale carico dell'Impresa. Gli eventuali danni saranno a carico dell'Impresa appaltatrice dei lavori.

Tutto il colore sparso incidentalmente dovrà essere eliminato dall'area pavimentata. Si dovrà pure evitare di sporcare con residui di vernice: muri, marciapiedi, cordoli, bordure di aiuole, alberi, siepi, griglie, ecc.

Tutta la vernice dovrà essere applicata sulla struttura ben asciutta e priva di umidità con idonea attrezzatura.

Le superfici appena dipinte, dovranno essere protette dagli eventuali danni che potrebbero arrecarsi ai veicoli e ai pedoni in transito, per tutto il periodo di tempo necessario all'essiccamento della vernice.

Dovendo operare in zone percorse da pedoni è necessario collocare durante la verniciatura e fino a totale essiccazione, appositi cartelli con la dicitura "VERNICE FRESCA".

Qualsiasi parte danneggiata di segnaletica appena dipinta, sarà riverniciata e gli eventuali segni di sbavatura saranno immediatamente eliminati a totale carico dell'Impresa.

#### **20.7.2.12      *Manutenzione di segnaletica esistente***

Nel caso in cui il lavoro consista nella sola sostituzione del cartello è tassativamente vietata la rimozione del cartello stesso, o la sua copertura, senza la immediata sostituzione con quello nuovo, in quanto il messaggio deve comunque sempre essere visibile.

#### **20.7.2.13      *Scavi e rinterrì inerenti la posa di segnaletica verticale***

Gli scavi dovranno essere eseguiti a mano o con idonee attrezzature su qualunque tipo di pavimentazione.

Nessun maggior compenso verrà riconosciuto all'Impresa per presenza di puddinga o di macigno, né per l'esistenza palese o celata nel terreno di vecchie mura, di fondazioni, canali, fognature, ecc. Prima di procedere agli scavi l'Impresa dovrà rilevare a propria cura e spesa l'esistenza di cavi, tubazioni e altri servizi che possano ostacolare i lavori.

Nel caso in cui si arrecasse danno a persone e/o a cose l'Impresa appaltatrice dovrà sollevare da ogni responsabilità civile e penale i funzionari e l'Amministrazione stessa. Dovrà comunque segnalare immediatamente l'inconveniente alla Direzione Lavori

Nel caso di rimozione di sostegno con relativo blocco di fondazione, è fatto obbligo alla Ditta di provvedere al riempimento della cavità creatasi con materiali inerti o terreno naturale poi sigillato con uno strato di malta cementata se trattasi di pavimentazione, oppure di terreno di coltura nel caso di aiuole, giardini e banchine alberate.

#### **20.7.2.14      *Modalità di posa e rimozione dei sostegni***

##### **– Basamenti per sostegni**

I basamenti dovranno essere costruiti in conglomerato cementizio, dosaggio 250 kg di cemento per mc d'impasto, dimensionato in base alla lunghezza del sostegno e al numero dei segnali ancorati su di esso.

In ogni caso il basamento, sia per la palina portadisco, sia per la palina semplice, non dovrà avere dimensioni inferiori a cm 20x20x40 di profondità.

Di norma la parte di sostegno infisso nel pavimento non potrà essere inferiore a cm 35/40.

Per sostegni di dimensioni e diametri maggiori il basamento sarà proporzionalmente maggiorato ed indicativamente non minore delle seguenti dimensioni:

- palo Ø 90 cm 40x40x80 di profondità,
- palo Ø 100 cm 50x50x80 di profondità,
- palo Ø 115 cm 55x55x80 di profondità,
- palo Ø 120 cm 60x60x100 di profondità,
- palo Ø 150 cm 65x65x100 di profondità,
- palo Ø 180 cm 70x70x100 di profondità,
- palo Ø 200 cm 80x80x150 di profondità,
- palo Ø maggiore: calcolo di stabilità,
- portali e altre strutture: calcolo di stabilità.

##### **– Mensole a muro**

Eccezionalmente potrà essere richiesta la posa di una mensola infissa a bandiera. In tal caso occorrerà adottare specifiche precauzioni per evitare danneggiamenti. Eventuali richieste danni saranno sempre a carico della ditta appaltatrice, mentre l'amministrazione si farà carico dell'ottenimento dei nullaosta e autorizzazioni eventualmente necessari.

##### **– Rimozioni**

Il recupero delle palificazioni deve essere di norma effettuato mediante la rimozione completa di tutta la palina, compresa la parte interrata, pertanto non è accettabile il solo taglio della palina a raso della pavimentazione stradale, salvo in casi particolari autorizzati dalla Direzione Lavori

Qualora sia ritenuto ammissibile da parte della Direzione Lavori, anche in funzione della natura particolare della pavimentazione preesistente, è ammessa la rimozione del sostegno mediante taglio dello stesso a raso della pavimentazione stessa.

Ciò facendo si adotteranno tutte le cautele necessarie ad eseguire il lavoro prevenendo danni immediati e futuri. In particolare il moncone residuo non dovrà presentare sporgenza alcuna dalla quota del piano di calpestio, per ottenere ciò l'Impresa si adopererà ad eliminare qualsiasi sporgenza, slabbratura ecc. costipando poi le cavità del moncone residuo con materiale inerte sciolto e sigillando il foro con uno strato di malta cementizia di almeno 2 cm di spessore.



In nessun caso è ammesso il taglio dei sostegni posati all'interno di aiuole, banchine alberate o comunque in terreno naturale. In questo caso si provvederà all'asporto totale del sostegno, ivi compreso il blocco di fondazione.

Quando il lavoro consista nella sola rimozione del sostegno esistente, senza la posa di altro sostegno, la ditta dovrà asportare tutte le macerie che si sono prodotte e riempire la buca costipandola con materiale inerte e sigillando il tutto con uno strato di malta cementizia ben livellata, di spessore minimo di cm 2, a meno che tale sostegno sia posato in terreno naturale, nel qual caso la cavità andrà riempita con terreno di coltura e ben livellata.

Tutto il materiale di risulta (terra, macerie, ecc.) dovrà essere immediatamente rimosso e trasportato, a spese dell'Impresa, alla discarica pubblica.

E' facoltà della Direzione Lavori disporre il trasporto del materiale recuperato (segnali, sostegni) giudicato riutilizzabile presso i depositi municipali a cura e spese della Ditta aggiudicataria.

#### **20.7.2.15      *Trasporto del materiale di risulta alle Pubbliche Discariche***

Per quanto riguarda il trattamento dei rifiuti solidi urbani e di quelli ad essi assimilabili provenienti dai cantieri oggetto dell'appalto, l'Impresa aggiudicataria dovrà provvedere a sua cura e spese a conferirli per lo smaltimento presso la discarica pubblica. Tutti i rifiuti non rientranti nella categoria solidi urbani o assimilabili agli urbani, dovranno invece essere conferiti nelle apposite discariche specializzate sostenendo i costi relativi.

#### **20.7.2.16      *Campionatura dei materiali da fornire***

Onde evitare future contestazioni sulle caratteristiche e qualità dei materiali, l'Impresa aggiudicataria avrà l'obbligo, prima di iniziare la costruzione in serie dei segnali e sostegni stradali, di consegnare alla Direzione Lavori un campione al vero dei materiali richiesti.

La ditta aggiudicataria a garanzia della conformità dei campioni stessi e della successiva fornitura, alle norme prescritte dovrà presentare una dichiarazione impegnativa relativa ai prodotti impiegati, accompagnata da certificati ufficiali di analisi, o copie fotostatiche, rilasciati da riconosciuti Istituti specializzati, competenti ed autorizzati, per tutti o parte dei materiali usati, secondo quanto richiesto dalla Direzione Lavori. A norma della succitata Circolare n. 2130 e del D.M. 31.3.95 è richiesta la presentazione dei certificati, o delle copie di questi, relativi alle pellicole catarifrangenti.

Per i pannelli aggiuntivi e segnali compositi più significativi, l'Impresa, prima di dar corso alla lavorazione in serie, dovrà presentare alla Direzione Lavori una bozza onde poterne verificare la grafica, le eventuali diciture e la composizione dei segnali stessi.

L'Impresa non potrà dar corso ai lavori di fornitura se non avrà avuto il benestare della Direzione Lavori sulla grafica e impostazione dei segnali e delle bozze sottoposte all'esame.

Si evidenzia che questo preliminare controllo della grafica non pregiudica la possibilità, da parte della Direzione Lavori di intervenire, in qualunque momento, fino al collaudo finale, per controllare e, se del caso, rifiutare quei materiali che non corrispondessero per qualità o caratteristiche alle richieste della presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto.

La ditta aggiudicataria è tenuta ad accettare in qualsiasi momento eventuali sopralluoghi disposti dalla Direzione Lavori presso i laboratori e magazzini della stessa, atti ad accertare

la consistenza e la qualità delle attrezzature e dei materiali in lavorazione usati per la fornitura.

### ***20.7.3 Caratteristiche della segnaletica orizzontale verniciata***

La segnaletica orizzontale da utilizzare come guida ottica presente sul tracciato autostradale ed impiegante materiali con formulazioni e tipologie diverse, deve soddisfare a precise richieste comportamentali e prestazionali in funzione del suo posizionamento.

La classificazione per livelli applicativi indirizza all'uso preciso di prodotti vernicianti le cui proprietà risponde a differenti standards di sicurezza.

Pertanto l'impiego di un materiale è individuato in conformità a determinate condizioni: nebbia, pioggia, neve, galleria, andamento planoaltimetrico del tracciato presenti nella zona in cui si deve operare.

Le quantità di materiale per metro quadrato riportate nel presente capitolato sono riferite al prodotto da applicare (prodotto verniciante più microsferi premiscelate) e non comprendono le sfere post-spruzzate.

I prodotti vernicianti sono distinti in tre livelli così di seguito riportati:

- **LIVELLO 1°**

Applicazioni provvisorie o per zone poco sollecitate (provvisorio, emergenza, fuori stagione, condizioni atmosferiche avverse).

- **LIVELLO 2°**

Applicazioni di routine.

- **LIVELLO 3°**

Applicazioni particolari.

Una definizione più dettagliata dei livelli per indirizzo applicativo e per tipo di materiale è la seguente:

- **LIVELLO 1° (tipo di prodotti da utilizzare: "A", "B").**

In questo livello sono considerati i seguenti lavori:

- segnaletica per piccoli tratti (rappezzati);
- segnaletica su pavimentazioni da ricoprire (strato di binder);
- segnaletica interna agli svincoli;
- segnaletica inerente le intersezioni esterne;
- segnaletica interna alle aree di servizio;
- segnaletica interna alle aree di parcheggio;
- zebraure;
- fascioni d'arresto;
- scritte, frecce e simboli alle stazioni, delle aree di servizio e delle interconnessioni autostradali;

- piste d'accelerazione e di decelerazione di stazioni, aree di servizio ed interconnessioni autostradali;
- ripasso striscia di margine sinistro;
- semiellissi in zona di nebbia.

Per le lavorazioni di primo livello dovranno essere impiegate le pitture a solvente od idropitture ad insindacabile giudizio della D.L.

- LIVELLO 2° (tipo di prodotti da utilizzare: "B", "C").

In questo livello sono considerati i seguenti lavori:

- segnaletica per la delimitazione delle corsie autostradali in condizioni normali;
- doppia bianca svincoli;
- fascioni d'arresto;
- piste d'accelerazione e di decelerazione di stazioni, aree di servizio ed interconnessioni autostradali.

- LIVELLO 3° (tipo di prodotti da utilizzare: "B", "C", "D")

In questo livello sono considerati i seguenti lavori:

- scritte, frecce e simboli delle stazioni, aree di servizio e delle interconnessioni autostradali;
- linea d'arresto in presenza del segnale dare precedenza;
- segnaletica in entrata ed uscita cantieri di lunga durata;
- striscia margine destro con rilievi ottici-sonori in zone ad alta intensità nebbiosa;
- segnaletica per la delimitazione delle corsie autostradali in situazioni particolari da valutare singolarmente.

Lo spessore della striscia con elementi a rilievo non può essere maggiore di 5 mm, così come descritto all'Art. 141 del Regolamento d'esecuzione e d'attuazione del Nuovo Codice della Strada (DPR 16.12.1992 n. 495).

La forma, dimensioni e frequenza del rilievo dovranno essere sottoposte all'approvazione dell'Ente gestore dell'infrastruttura.

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

- A. Pitture a solvente, a base d'acqua e a base d'acqua bi componente;
- B. Prodotti termoplastici da applicarsi a spruzzo e/o colaggio, premiscelate e postspruzzate con microsfere di vetro;
- C. Pittura a base di resine bicomponenti premiscelate e post-spruzzate con microsfere di vetro da applicare a freddo con spessori variabili dotati di disegno definito e ripetitivo;

#### D. Laminati elastoplastici rifrangenti.

Le caratteristiche dei materiali da utilizzare per l'esecuzione di segnaletica orizzontale, in funzione delle precedente classificazione, sono riportate di seguito.

##### ***20.7.3.1 Segnaletica orizzontale con pittura a solvente***

###### **– Generalità**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni. Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministero delle Infrastrutture, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/08 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati. La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto. La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

###### **– Prove ed accertamenti per la tracciabilità dei materiali**

La pittura da adoperare per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da certificati che specifichino le caratteristiche fisico, chimiche, ottiche e tecnologiche relative al prodotto verniciante e alle sfere di vetro premiscelate.

In particolare si dovranno fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in m<sup>2</sup>/kg;
- stabilità in barattolo o nella confezione;
- viscosità Stormer;
- massa volumica in kg/l;
- residuo non volatile;

- tempo di essiccamento;
- contenuto e tipi di pigmenti e riempitivi (cariche);
- contenuto e tipo di additivi (plastificanti, essiccativi, ecc.);
- contenuto di biossido di titanio o cromato di piombo se gialla;
- contenuto e tipo di solventi contenuti nella pittura;
- tipo di diluente raccomandato dal produttore;
- fattore di luminanza della pittura;
- coordinate cromatiche;
- spessore della pellicola essiccata;
- resistenza all'abrasione della pellicola;
- resistenza agli agenti chimici della pellicola;
- contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti;
- indice di rifrazione delle perline;
- contenuto di perline nella pittura;
- granulometria delle perline;
- resistenza agli acidi delle perline.

Inoltre, il prodotto verniciante dovrà essere accompagnato da un certificato, eseguito da laboratori ufficiali autorizzati, da cui risultino i valori di caratterizzazione iniziale della pittura applicata in base ai parametri previsti dalla norma UNI EN 1436-08:

- • visibilità diurna;
- • visibilità notturna in condizioni di asciutto;
- visibilità notturna in condizioni di bagnato;
- • fattore di luminanza;
- • coordinate cromatiche;
- resistenza al derapaggio

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alle caratteristiche dichiarate entro le tolleranze massime indicate nei punti seguenti.

### Caratteristiche della pittura

Si tratta di una vernice costituita da leganti (resine alchidiche e clorocaucciù), da solventi (soprattutto toluolo e xiluolo, in misura inferiore solventi aromatici, esteri e acetati), da cariche, pigmenti e microsfele (per le vernici premiscelate). Le sostanze che evaporano (solventi volatili) variano dal 15% al 30% della vernice, mentre la percentuale del prodotto che rimane a terra varia dal 70% all'85%. L'applicazione non comporta particolari

problemi e richiede il lavoro di una squadra di poche persone, con l'utilizzo di semplici apparecchiature.

Si deve prestare attenzione allo smaltimento dei rifiuti: in particolare, le latte sporche di vernice.

Il tempo di essiccazione si aggira sui 30 ÷ 40 minuti. Mentre, la durata media prevista per la vernice a solvente è di 6 mesi, al termine dei quali dovrebbero essere intrapresi nuovamente i lavori di manutenzione del manto stradale.

La pittura da impiegare dovrà essere del tipo rifrangente e cioè contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione (63-212 micron).

In fase di applicazione della pittura, al fine di ottenere i valori di RL previsti dalla UNI EN 1436/2008, dovranno essere contemporaneamente postspruzzate le perline di granulometria media (125-710 micron).

Durante l'applicazione delle perline postspruzzate si dovrà limitare l'azione di quegli elementi perturbatori che influiscono sul grado d'affondamento delle microsfele, quali il vento, l'elevata umidità, l'alta temperatura e il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e la postspruzzatura delle perline. Sarà d'obbligo quindi proteggere dal vento il sistema d'applicazione delle perline in fase di postspruzzatura e ridurre al minimo il periodo intercorrente tra l'applicazione della pittura e l'applicazione delle perline. Inoltre, in fase d'applicazione, bisognerà evitare i sovradosaggi che tendono a ingrigire la striscia segnaletica.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico potrà essere costituito da biossido di titanio con o senza aggiunta di ossido di zinco.

Pur non entrando in merito alla natura delle cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno comunque, per qualità forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento potrà essere costituito da cromato di piombo. La pittura non dovrà contenere coloranti organici e non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale); inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

Il liquido, pertanto, deve essere del tipo oleo-resinoso con parte resinosa sintetica.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza liscia e uniforme, non dovrà fare crosta nè diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli, e la sua composizione chimica dovrà essere comunque idonea a resistere all'affioramento del legante bituminoso.

#### – Prove di laboratorio della pittura

a) Potere coprente

Il rapporto di contrasto  $R_b/R_w$  (Potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero ( $R_b$ ) e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco ( $R_w$ ), dovrà essere  $\geq 95\%$ .

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1,2 e 1,5 m<sup>2</sup>/kg (ISO 2814, UNI ISO 3905/90).

b) Densità

La densità della pittura, determinata a 25 ° C, dovrà essere  $\geq 1,7$  kg / l (ASTM D 1475-60).

E' ammessa una tolleranza di  $\pm 0,1$  Kg/l

c) Aggiunta di diluente

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di diluente fino al massimo del 4% in peso.

d) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni permanenti del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e alla temperatura e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi, in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito. Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo ASTM D 711-75 oppure UNI 8362/82.

e) Viscosità

La pittura non dovrà presentare difficoltà d'impiego durante l'applicazione e dovrà avere una consistenza tale da poter essere agevolmente spruzzata con la macchina traccialinee.

In Laboratorio la consistenza della pittura verrà determinata con il viscosimetro Stormer e il valore ottenuto sarà espresso in Unità Krebs (KU).

La consistenza prescritta per la pittura, determinata a 25° C, dovrà essere compresa fra le 70 e le 90 Unità Krebs (ASTM D 562-55). E' ammessa una tolleranza di  $\pm 5$  U.K.

f) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco).

Il residuo non volatile sarà compreso fra il 70 e l'85 % in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca, sia per quella gialla (ASTM D 1644-75 o UNI EN ISO 3251/2005).

g) Contenuto di pigmenti

La pittura dovrà contenere pigmenti inorganici che abbiano una ottima stabilità all'azione dei raggi UV, una elevata resistenza agli agenti atmosferici e una limitata propensione all'assorbimento e alla ritenzione dello sporco.

I pigmenti contenuti nella pittura dovranno essere compresi tra il 35 e il 45 % in peso (FTMS 141a-4021.1).

h) Contenuto di biossido di titanio e di cromato di piombo

Tra i pigmenti, il contenuto di biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) non dovrà essere inferiore al 14 % in peso sulla pittura bianca, mentre il cromato di piombo (PbCrO<sub>4</sub>) non dovrà essere inferiore al 9 % in peso sulla pittura gialla.

Per la determinazione del contenuto del biossido di titanio nella pittura, si seguirà il metodo colorimetrico o il metodo ASTM D 1394-76; per la determinazione del cromato di piombo si seguirà il metodo FTMS 141a-7131.

i) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 µm, sarà steso su sei supporti metallici dalle dimensioni di cm 12 x 6 x 0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni ambiente per 7 giorni, sarà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

LIQUIDI DI PROVA	TEMPERATURA ° C	DURATA IN MINUTI PRIMI
LUBRIFICANTI	50°	30' + 30' *
CARBURANTI	20°	“
CLORURO DI CALCIO	“	“
CLORURO DI SODIO	“	“
ACIDO SOLFORICO**	“	“
ACIDO CLORIDRICO**	“	“

\* I provini sono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

\*\* Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se, alla fine delle prove, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

j) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 µm, sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.



Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

k) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971.

Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

l) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, sarà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure sarà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L dopo essiccazione di 24 ore.

La pittura di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI EN 1436, mediante i vertici:

COLORE	Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo Classe Y1	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo Classe Y2	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483

Nota – Le classi Y1 e Y2 di segnaletica orizzontale gialla si riferiscono rispettivamente alla segnaletica permanente e a quella provvisoria.

m) Resistenza alla luce.

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo non inferiore ad un anno.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, sarà determinato attraverso l'esposizione di campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

– Prove di laboratorio sulle sfere di vetro premiscelate e postspruzzate

a) Contenuto di perline perfettamente sferiche ed esenti da difetti.

Le sfere di vetro dovranno essere trasparenti, prive di lattiginosità e di inclusioni gassose, e, almeno per il 90 % del peso totale, dovranno avere forma sferica e non dovranno essere saldate insieme (ASTM D 1155-53). Le imperfezioni delle microsfeere di vetro potranno essere valutate applicando anche le metodologie previste nell'appendice C e D della norma UNI EN 1423.

b) Indice di rifrazione.

Le sfere di vetro dovranno avere un indice di rifrazione superiore a 1,5. Il metodo per la determinazione dell'indice di rifrazione è quello descritto dalla norma UNI 1423.

c) Contenuto di perline nella pittura.

La percentuale in peso delle sfere di vetro contenute in ogni chilogrammo di pittura dovrà essere compresa tra il 30 e il 40 % in peso (AM-P.01/14; UNI EN 12802/2001).

d) Granulometria.

La granulometria delle microsfeere di vetro contenute nella pittura (premiscelate), determinata con il metodo ASTM D 1214-58, dovrà essere conforme alle caratteristiche indicate nella seguente tabella:

Setaccio ASTM N°	Luce netta in mm	% Passante in peso
70	0.210	100
140	0.105	15 - 55
230	0.063	0 - 10

La granulometria delle microsfeere di vetro da utilizzare per la postspruzzatura (operazione necessaria per ottenere i valori minimi di retroriflessione notturna previsti dalla norma UNI EN 1436) dovrà essere corrispondente alla granulometria indicata nel prospetto della norma UNI EN 1423/2004 (granulometria media):

Setaccio ASTM N°	Luce netta in mm	% Passante in peso
25	0.707	98 - 100
30	0.595	90 - 100
45	0.354	30 - 70
70	0.210	0 - 30
120	0.125	0 - 5

Il dosaggio in microsfeere di vetro postspruzzate dovrà essere compreso tra 250 e 350 g/m<sup>2</sup>.

e) Resistenza all'acqua, all'acido cloridrico, al cloruro di calcio e al solfuro di sodio

Le sfere di vetro dovranno essere sottoposte alle prove indicate nell'appendice B della norma UNI EN 1423/2004 e non dovranno subire alcuna alterazione (velatura, opacizzazione) quando sono messe in contatto con l'acqua, con l'acido cloridrico diluito in una soluzione tamponata per ottenere un pH compreso tra 5.0 e 5.3, con il cloruro di calcio e il solfuro di sodio.

Al termine della prova si rilevano al microscopio gli eventuali cambiamenti delle superfici delle perline sottoposte all'attacco degli acidi e si confrontano le microsfeere trattate con quelle non trattate.

### **20.7.3.2 Segnaletica orizzontale a base d'acqua**

#### **– Generalità**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni. Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministero delle Infrastrutture, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436/08 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati. La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto. La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

#### **– Prove ed accertamenti per la tracciabilità dei materiali**

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del produttore riportante le caratteristiche generali e le specifiche relative al prodotto verniciante bagnato e alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati: In particolare si dovranno fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in m<sup>2</sup>/kg
- viscosità
- densità
- residuo secco
- tempo di essiccazione
- fattore di luminanza della pittura
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore

- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura
- resistenza al derapaggio
- coordinate di cromaticità della pellicola essiccata
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato
- attrito radente

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori ufficiali autorizzati, seguendo i criteri previsti dalla UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime

appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, la D.L., a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

#### – Caratteristiche della pittura

Questa vernice si distingue da quella a solvente per l'assenza di sostanze tossiche. Infatti, non contiene alcun solvente, ma resine acriliche in emulsione acquosa, che non sono tossiche. In tal modo, l'utilizzo di questo tipo di vernice riduce i problemi di smaltimento dei rifiuti.

L'assenza di solventi risolve anche i problemi di sicurezza legati all'inflammabilità.

Il tempo di essiccazione del prodotto raggiunge i 30 minuti. Tuttavia, non sempre è così veloce l'evaporazione della pittura, se si considerano, ad esempio, le giornate umide e fredde in cui le pitture in emulsione acquosa incontrano forti difficoltà ad evaporare. Di conseguenza, si deve tenere conto delle condizioni atmosferiche.

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità,

forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a renderla meno scivolosa, con valori di aderenza

(SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

L'emulsione acquosa, dovrà facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e privi di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovrà evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od ispessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, oli ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

– Prove di laboratorio sulla pittura

a) Potere coprente

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 95%. La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1,0 e 1,3 mq/kg (ASTM D 2805-85).

b) Viscosità

La viscosità è il grado di fluidità di un prodotto verniciante che può variare in funzione dell'eventuale aggiunta di appropriati diluenti, la cui percentuale massima deve essere indicata nella scheda tecnica del prodotto. La consistenza viene misurata con il viscosimetro tipo "Stormer Krebs" alla temperatura di 25°C con la tolleranza del 10%. (UNI 8361).

c) Densità

La densità della pittura, determinata a 25°C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

d) Aggiunta di diluente

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali traccialinee e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta.

Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di acqua fino al massimo del 4% in peso.

e) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da

consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

f) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco). Il residuo non volatile indicato dal produttore sarà compreso fra il 75 e l'85% in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 3251).

g) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 µm, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12\*6\*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatura °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(\*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(\*\*) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

h) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza, secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Vertici delle regioni di cromaticità per segnaletica orizzontale bianca e gialla (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	x	0.355	0.305	0.285	0.335
	y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo Classe Y1	x	0.443	0.545	0.465	0.389
	y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo Classe Y2	x	0.494	0.545	0.465	0.427
	y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

i) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300 µm, sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

j) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15. Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40. Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

k) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di vita utile del prodotto. L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

### ***20.7.3.3 Segnaletica orizzontale a base di acqua bicomponente***

#### **– Generalità**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni. Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro dei LL.PP, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto.

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

#### **– Prove ed accertamenti**

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del Produttore delle caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in mq/kg
- viscosità
- stabilità in barattolo o nella confezione
- massa volumica in kg/l
- residuo non volatile
- tempo di essiccamento
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura



- fattore di luminanza della pittura
- coordinate cromatiche della pellicola essiccata
- resistenza agli agenti chimici della pellicola
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato
- attrito radente.

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori ufficiali autorizzati, seguendo i criteri previsti da UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, la D.L., a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

– Caratteristiche della pittura

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

– Prove di laboratorio sulla pittura

a) Potere coprente

Il rapporto di contrasto C (potere coprente), inteso come rapporto tra il fattore di riflessione della luminosità diffusa della luce diurna (Y) della pellicola di pittura applicata su un supporto nero e il fattore di riflessione della stessa, misurato su un supporto bianco, dovrà essere uguale o maggiore al 95%.

La resa superficiale, determinata in corrispondenza del suddetto rapporto di contrasto C, dovrà essere compresa tra 1.2 e 1.5 mq/kg (ASTM D 2805-85).

b) Densità

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere uguale o maggiore a 1.5 kg/l (ASTM D 1475-60).

c) Aggiunta di diluente

La pittura dovrà essere adatta per essere applicata sulla pavimentazione stradale con le normali macchine spruzzatrici e dovrà produrre una linea consistente e piena della larghezza richiesta. Potrà essere consentita l'aggiunta di piccole quantità di acqua fino al massimo del 4% in peso.

d) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 3 (tre) minuti dall'applicazione.

Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

e) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco). Il residuo non volatile sarà compreso fra il 77 e l'83% in peso ed è considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

f) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 um, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12\*6\*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatur a °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(\*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(\*\*) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

#### g) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300  $\mu\text{m}$ , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0,05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura. La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

#### h) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15 (E. 1.3.1.) 1971. Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40. Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

#### i) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di vita utile del prodotto. L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89).

Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza (AB), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0,05.

#### j) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza, secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI EN 1436, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.350	0.300	0.285	0.335
	Y	0.360	0.310	0.325	0.395
Giallo	X	0.545	0.487	0.427	0.465
	Y	0.454	0.423	0.483	0.534

Il fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

#### **20.7.3.4 Segnaletica orizzontale bicomponente a freddo**

##### **– Generalità**

La segnaletica orizzontale sarà costituita da strisce longitudinali, strisce trasversali ed altri simboli ed iscrizioni come all'art. 40 del Nuovo Codice della Strada approvato con D.LGS. 30 aprile 1992 n. 285 ed artt. da 137 a 155 del Regolamento di attuazione approvato con D.P.R. 16.12.1992, n. 495 e successive modifiche integrazioni ed essere conformi per colori, forme e dimensioni.

Le caratteristiche fotometriche, colorimetriche, di scivolosità e di durata dei materiali da usare per i segnali orizzontali, dovranno essere conformi alle prescrizioni del Disciplinare Tecnico del Ministero dei LL.PP. (art. 137, comma 4 del Regolamento di attuazione), ed essere comprovate dalle relative certificazioni.

Nelle more dell'approvazione del disciplinare, con apposito Decreto del Ministro delle Infrastrutture, le caratteristiche fotometriche, colorimetriche e di resistenza al derapaggio dovranno essere conformi alle prescrizioni generali previste dalla norma UNI EN 1436 relativamente alle classi indicate nella scheda tecnica. Tali caratteristiche si intendono in

opera per il periodo di garanzia previsto. Le caratteristiche dovranno essere comprovate dalle relative certificazioni rilasciate da Laboratori ufficiali autorizzati.

La segnaletica andrà realizzata nelle zone di progetto e/o in quelle richieste dal Compartimento committente.

L'Appaltatore sarà libero di utilizzare materiali di sua scelta, nell'ambito della tipologia di prodotto indicata nell'appalto .

La segnaletica orizzontale in vernice sarà eseguita con apposita attrezzatura traccialinee a spruzzo semovente.

I bordi delle strisce, linee di arresto, zebraure, scritte ecc., dovranno risultare nitidi e la superficie verniciata uniformemente coperta.

– Prove ed accertamenti

La pittura che sarà adoperata per l'esecuzione della segnaletica orizzontale, dovrà essere accompagnata da una dichiarazione del Produttore delle caratteristiche generali e specifiche relative al prodotto verniciante bagnato, alla pellicola risultante dopo l'essiccazione.

In particolare la dichiarazione dovrà fornire i seguenti dati:

- potere coprente del prodotto in mq/kg
- viscosità
- densità
- residuo secco
- tempo di essiccazione
- fattore di luminanza della pittura
- percentuale di diluizione e tipo di diluente raccomandato dal produttore
- tipi e quantità di sfere di vetro da usare nel caso di postspruzzatura
- resistenza al derapaggio
- coordinate di cromaticità della pellicola essiccata
- coefficiente di luminanza in condizioni di illuminazione diffusa Qd
- retroriflessione diurna su asciutto, umido e bagnato
- retroriflessione notturna su asciutto, umido e bagnato

I dati derivati da prove prestazionali si intendono per misurazioni effettuate da Laboratori Ufficiali Autorizzati, seguendo i criteri previsti dalla UNI EN 1436.

La pittura fornita dovrà soddisfare i requisiti richiesti dal presente Capitolato ed essere conforme alla dichiarazione delle caratteristiche dichiarate dal Produttore entro le tolleranze massime appresso indicate, superate le quali la pittura verrà rifiutata.

Qualora la pittura non risulti conforme ad una o più caratteristiche richieste, l'Amministrazione, a suo insindacabile giudizio, potrà imporre la sostituzione con altra pittura idonea senza che ciò comporti spese aggiuntive rispetto a quelle concordate.

– Caratteristiche della pittura

Questo pittura è costituita da due tipi di prodotto:

- il primo ha al suo interno una miscela di cariche (calcari, dolomite e quarzite) che forniscono resistenza al materiale, un legante (costituito da resine acriliche), dei pigmenti (con la funzione di donare colore al prodotto), e delle microsfele di vetro che, immerse al 60% nel materiale, generano la retroriflettenza.
- il secondo è un attivatore costituito da perossidi organici: ha lo scopo di solidificare il materiale

E' un prodotto, quindi, al cui interno sono presenti resine liquide che si catalizzano al momento dell'utilizzo.

Quando è catalizzato diventa un rifiuto non nocivo.

Inoltre, la perdita di sostanze volatili è dell'ordine dell'1%. Il tempo di essiccazione del bicomponente è di 20 minuti. La sua durata, dopo l'applicazione, è mediamente pari a 3 anni. Mediamente lo spessore è pari a 2 ÷ 3 mm. Uno spessore maggiore potrebbe causare il distacco del prodotto dal suolo con il diminuire delle temperature.

Può essere applicato in diversi modi:

- a spatola.
- a rullo, che facilita l'applicazione garantendo una resa di 120 ÷ 150 metri lineari al giorno con 2.5 ÷ 3 Kg di prodotto al m<sup>2</sup>.
- con delle macchine per colata che riescono a garantire la posa di circa 500 m<sup>2</sup> di prodotto al giorno.

Questo prodotto deve essere applicato da personale specializzato, al fine di evitare problemi di "erronea" applicazione.

La pittura da impiegare potrà contenere sfere di vetro premiscelate durante il processo di fabbricazione o subire il processo di postspruzzatura durante l'applicazione, cosicché dopo l'essiccamento e successiva esposizione delle sfere di vetro, dovuta all'usura dello strato superficiale della pittura stessa sullo spartitraffico, queste svolgano effettivamente una efficiente funzione di guida nelle ore notturne agli autoveicoli, sotto l'azione della luce dei fari.

Per la pittura bianca il pigmento inorganico dovrà garantire la colorazione secondo le caratteristiche colorimetriche.

Per quanto concerne le cariche contenute nel prodotto verniciante, queste dovranno, per qualità, forma e dimensioni, contribuire a migliorare le caratteristiche di resistenza meccanica dello strato di pittura applicata, e in particolare a rendere meno scivolosa, con valori di aderenza (SRT o CAT) che non si discostino da quelli rilevati nella pavimentazione limitrofa ( $\pm 10\%$ ), la segnaletica orizzontale realizzata.

Per la pittura gialla il pigmento sarà costituito da pigmenti organici.

La pittura non dovrà scolorire sotto l'azione dei raggi UV.

Il solvente o le miscele di solventi utilizzati, dovranno facilitare la formazione di una striscia longitudinale omogenea e priva di difetti (la pittura dovrà aderire tenacemente alla

superficie stradale), inoltre dovranno evaporare rapidamente senza attaccare il sottostante legante bituminoso.

La pittura dovrà essere omogenea, ben macinata e di consistenza uniforme, non dovrà fare crosta né diventare gelatinosa od inspessirsi; dovrà consentire la miscelazione nel recipiente contenitore senza difficoltà, mediante l'uso di una spatola.

La pittura non dovrà assorbire grassi, olii ed altre sostanze tali da causare la formazione di macchie e la sua composizione chimica dovrà essere tale che, applicata sulla pavimentazione stradale, anche nei mesi estivi, non presenti tracce di inquinamento da sostanze bituminose, e non dovrà permettere l'affioramento del legante bituminoso.

– Prove di laboratorio sulla pittura

a) Potere Coprente

b) Densità

La densità della pittura, determinata a 25° C, dovrà essere tra 1,5 e 1,7 kg/l (UNI EN ISO 2811-1).

c) Tempo di essiccamento

In relazione alla macrorugosità, alle deformazioni del profilo longitudinale e trasversale della pavimentazione stradale e all'umidità dell'aria, la pittura dovrà asciugarsi in modo da consentire l'apertura al traffico del tratto interessato, entro 30 (trenta) minuti dall'applicazione. Dopo tale tempo massimo consentito, la pittura non dovrà staccarsi, deformarsi, sporcarsi o scolorire sotto l'azione delle ruote gommate degli autoveicoli in transito.

Il tempo di essiccamento potrà essere controllato in laboratorio secondo il metodo UNI 8362/82.

d) Contenuto delle materie non volatili

Sulla pittura verrà determinato il tenore di materie non volatili (residuo secco). Il residuo non volatile sarà > 98 % in peso ed e' considerato valido sia per la pittura bianca che per quella gialla (UNI 8906/86).

e) Resistenza agli agenti chimici

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 250 um, verrà steso su sei supporti metallici delle dimensioni di cm. 12\*6\*0.05, dopo essere stato lasciato stagionare in condizioni di ambiente per 7 giorni, verrà immerso, per essere sottoposto ad attacco chimico, nei liquidi di prova, alla temperatura e per il tempo indicato nella seguente tabella:

Liquidi di prova	Temperatur a °C	Durata in minuti primi
Lubrificanti	50°	30' + 30' (*)
Carburanti	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di calcio	20°	30' + 30' (*)
Cloruro di sodio	20°	30' + 30' (*)
Acido solforico (**)	20°	30' + 30' (*)
Acido cloridrico (**)	20°	30' + 30' (*)

(\*) I provini vengono controllati dopo i primi 30' di immersione, successivamente vengono reintrodotti nei contenitori dei liquidi per altri 30' ed infine, al termine della prova, si lasciano asciugare i provini e se ne osserva lo stato di conservazione.

(\*\*) Soluzioni al 20%.

La prova di resistenza agli agenti chimici si ritiene superata positivamente se alla fine della prova, il campione di pittura non presenta alterazioni e/o distacco dai sei supporti metallici.

#### f) Colore della pittura

Il colore della pittura, inteso come sensazione cromatica percepita dall'osservatore standard, verrà determinato in laboratorio attraverso le coordinate cromatiche (x, y) su un campione di segnaletica, con riferimento al diagramma cromatico CIE 1931.

Il campione di segnaletica, su cui eseguire le letture colorimetriche, sarà predisposto in laboratorio, oppure verrà utilizzato, se presente, il campione di pittura spruzzata direttamente su un supporto metallico e prelevato in sito su disposizione della D.L.

Oltre alle coordinate cromatiche, ai fini della classificazione della visibilità del prodotto verniciante, verrà rilevato anche il fattore di luminanza, secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15.

Le pitture di colore bianco e giallo dovranno avere delle coordinate cromatiche che siano contenute all'interno dell'area colorimetrica stabilita, per la relativa tipologia cromatica, dalla norma UNI 7543/2-1988, mediante i vertici:

COLORE	Coordinate dei 4 punti che determinano la zona consentita nel diagramma colorimetrico CIE 1931 (Illuminante D65 - Geometria 45/0°)				
		1	2	3	4
Bianco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Giallo (classe Y1)	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431
Giallo (classe Y2)	X	0.494	0.545	0.465	0.427
	Y	0.427	0.455	0.535	0.483

Il fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i vari prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.55, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0.40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

#### g) Resistenza alla luce

La pittura dovrà mantenere inalterato il colore per un periodo di tempo di vita utile del prodotto.

L'accertamento del grado di resistenza dello strato di pittura al decadimento causato dalla luce solare, verrà determinato attraverso l'esposizione del campione alla radiazione di una



lampada allo xeno, munita di filtri atti a consentire l'inizio della emissione spettrale a 300 nm (UNI 9397/89). Al termine della prova, le coordinate cromatiche dovranno ricadere nelle zone consentite per le relative tipologie cromatiche e la differenza delle letture del fattore di luminanza ( $\beta$ ), misurato prima e dopo la prova, non dovrà essere superiore a 0.05.

h) Resistenza all'abrasione

Il campione di pittura, con uno spessore umido di 300  $\mu\text{m}$ , sarà steso su due supporti metallici dalle dimensioni in cm di 20 x 12 x 0.05, e sottoposto alla prova di resistenza all'abrasione con il metodo della caduta di sabbia (ASTM D 968-51).

La pellicola, dopo essere stata lasciata ad essiccare per 48 ore a 25° C e con un'umidità relativa del 50 %, dovrà resistere all'azione abrasiva provocata dalla caduta ciclica di un volume predeterminato di sabbia monogranulare di natura silicea.

Il coefficiente di abrasione, sarà determinato dividendo il volume in litri di sabbia usata, necessaria ad asportare lo strato di pittura, per lo spessore iniziale in mm della pittura.

La resistenza all'abrasione potrà essere determinata anche attraverso la valutazione della perdita di massa della pellicola di pittura dopo essere stata assoggettata all'azione di mole abrasive di durezza predefinita (Metodo UNI 10559/96).

i) Fattore di luminanza della pittura

Per la classificazione della visibilità del prodotto verniciante, sarà rilevato il fattore di luminanza  $\beta$ , secondo quanto specificato nella pubblicazione CIE n. 15.

Il Fattore di luminanza  $\beta$  minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti bianchi rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,60, mentre il Fattore di luminanza minimo iniziale, richiesto per i prodotti vernicianti gialli rifrangenti, non dovrà essere inferiore a 0,40.

Il rilievo delle coordinate cromatiche e del fattore di luminanza sarà eseguito sul campione di pittura, preparato in laboratorio, dopo 24 ore dalla stesa.

### ***20.7.3.5 Segnaletica orizzontale in termospruzzato plastico (spray plastic)***

– Generalità

L'impresa deve fornire un certificato, emesso dal produttore, con il nome ed il tipo del materiale da adoperare, la composizione chimica ed altri elementi che possono essere richiesti dalla direzione dei lavori.

La direzione dei lavori deve prelevare campioni di spruzzato termoplastico, prima e dopo la stesura, per farli sottoporre alle prove che riterrà opportune, presso laboratori ufficiali, onde controllare le caratteristiche in precedenza indicate e richieste; le spese relative saranno a carico dell'impresa realizzatrice.

– Composizione del materiale

Lo spruzzato termoplastico è costituito da una miscela di aggregati di colore chiaro, microsfere di vetro, pigmenti coloranti e sostanze inerti, legate insieme con resine sintetiche termoplastiche, plastificate con olio minerale.

La composizione del materiale, incluse le microsfere sovraspruzzate, è - in peso - all'incirca la seguente:

aggregati	40%
microsfere di vetro	20%
pigmenti e sostanze inerti	20%
legante (resine e olio)	20%

La proporzione dei vari ingredienti è tale che il prodotto finale, quando viene liquefatto, può essere spruzzato facilmente sulla superficie stradale realizzando una striscia uniforme di buona nitidezza.

Gli aggregati sono costituiti da sabbia bianca silicea, calcite frantumata, silice calcinata, quarzo ed altri aggregati chiari ritenuti idonei.

Le microsfere di vetro devono avere buona trasparenza - per almeno l'80% - ed essere regolari e prive di incrinature; il loro diametro deve essere compreso tra 0,2 mm e 0,8 mm (non più del 10% deve superare il setaccio di 420 micron).

Il pigmento colorante è costituito da biossido di titanio (color bianco) oppure da cromato di piombo (color giallo); il primo deve essere in percentuale non inferiore al 10% in peso rispetto al totale della miscela, mentre il secondo deve essere in percentuale non inferiore al 5% e deve possedere una sufficiente stabilità di colore quando viene riscaldato a 200° C.

La sostanza inerte è costituita da carbonato di calcio ricavato dal gesso naturale.

Il contenuto totale dei pigmenti e della sostanza inerte deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

Il legante, costituito da resine sintetiche da idrocarburi, plastificate con olio minerale, non deve contenere più del 5% di sostanze acide.

Le resine impiegate dovranno essere di colore chiaro e non devono scurirsi eccessivamente se riscaldate per 16 ore alla temperatura di 150° C.

L'olio minerale usato come plastificante deve essere chiaro e con una viscosità di 0,5 + 35 poise a 25° C e non deve scurirsi eccessivamente se riscaldato per 16 ore alla temperatura di 150° C.

Il contenuto totale del legante deve essere compreso tra il 18% ed il 22% in peso rispetto al totale della miscela.

L'insieme degli aggregati, dei pigmenti e delle sostanze inerti, deve avere il seguente fuso granulometrico (analisi al setaccio):

*PERCENTUALE DEL PASSANTE IN PESO E QUANTITÀ DEL PRODOTTO IMPIEGATO*

	min.	max
setaccio 3.200 micron	100	-
setaccio 1.200 micron	85	95
setaccio 300 micron	40	65
setaccio 75 micron	25	35

Il peso specifico dello spruzzato termoplastico a 20° C deve essere circa 2,0 g/cm<sup>3</sup>.

Lo spessore della pellicola di spruzzato termoplastico deve essere di norma di 1,5 mm, con il corrispondente impiego di circa 3.500 g/m<sup>2</sup> di prodotto.

La percentuale in peso delle microsfere di vetro rispetto allo spruzzato termoplastico non deve essere inferiore al 12%, cioè a circa 400 g/m<sup>2</sup>.

In aggiunta a quanto sopra, in fase di stesura dello spruzzato termoplastico, sarà effettuata un'operazione supplementare di perlatura a spruzzo sulla superficie della striscia ancora calda, in ragione di circa g/mq 300 di microsfere di vetro.

Il risultato del suddetto impiego di microsfere di vetro dovrà essere tale da garantire che il coefficiente di luminosità abbia un valore non inferiore a 75.

Caratteristiche chimico-fisiche dello spruzzato:

- punto di infiammabilità: superiore a 230° C;
- punto di rammollimento o di rinvenimento: superiore a 80° C;
- Peso specifico: a 20 gradi circa 2,0 g/cm<sup>3</sup>;
- antisdruciolevolezza: (secondo le prove di aderenza con apparecchio SRT dell'ente federale della circolazione stradale tedesca) valore minimo 50 unità SRT;
- resistenza alle escursioni termiche: da sotto 0° a + 80° C;
- resistenza della adesività: con qualsiasi condizione meteorologica (temperatura – 25° C + 70° C), sotto l'influenza dei gas di scarico ed alla combinazione dei sali con acqua - concentrazione fino al 5% - sotto l'azione di carichi su ruota fino ad otto tonnellate;
- tempo di essiccazione: (secondo le norme americane ASTM D711-55 punto 2.4) valore massimo 10";
- resistenza alla corrosione: il materiale deve rimanere inalterato se viene immerso in una soluzione di cloruro di calcio, a forte concentrazione, per un periodo di 4 settimane;
- visibilità notturna: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi "Road Markings, Traffic Signs and Signals - Art. 16.01 - Traffic Paint and Road Markings" - punto 1 e 11/d) il valore minimo del coefficiente deve essere 75; il coefficiente è uguale a 100 per il carbonato di magnesio in blocco;
- resistenza all'usura: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi suddette - punto 11/a) la perdita di peso del campione dopo 200 giri delle ruote non deve eccedere 0,5 g;
- resistenza alla pressione ad alta temperatura: (secondo il metodo di prova delle norme inglesi suddette – punto 11/b) dopo un'ora il peso di 100 g, dal diametro di 24 mm, non deve essere penetrato nel campione, ma aver lasciato soltanto una leggera impronta;
- resistenza all'urto a bassa temperatura: (secondo il metodo di prova delle Norme inglesi suddette – punto 11/c) dopo la prova d'urto il campione non deve rompersi, né incrinarsi, se portato alla temperatura di –1° C.

### – Sistema di applicazione

L'attrezzatura richiesta per effettuare la segnaletica orizzontale con spruzzato termoplastico è costituita da due autocarri, su uno dei quali viene effettuata la pre-fusione del materiale e sull'altro viene trasportata la macchina spruzzatrice, equipaggiata con un compressore capace di produrre un minimo di 2,00 m<sup>3</sup> di aria al minuto alla pressione di 7 kg/cm<sup>2</sup>.

Un minimo di due pistole spruzzatrici per il termoplastico e due per le microsfere da sovraspruzzare devono essere disponibili ai bordi della macchina, in modo che strisce di larghezza compresa tra 10 cm e 30 cm possano essere ottenute con una passata unica e che due strisce continue parallele, oppure una continua ed una tratteggiata possano essere realizzate contemporaneamente.

Le due pistole per spruzzare il termoplastico devono essere scaldate in modo che la fuoruscita del materiale avvenga alla giusta temperatura, onde ottenere una striscia netta, diritta senza incrostazioni o macchie.

Le due pistole per le microsfere dovranno essere sincronizzate in modo tale da poter spruzzare immediatamente, sopra la striscia di termoplastico ancora calda, la quantità di microsfere di vetro indicata nel presente articolo.

La macchina spruzzatrice deve essere fornita di un selezionatore automatico che consenta la realizzazione delle strisce tratteggiate senza premarcatura ed alla normale velocità di applicazione dello spruzzato termoplastico.

Lo spruzzato termoplastico sarà applicato alla temperatura di 200°C circa sul manto stradale asciutto ed accuratamente pulito anche da vecchia segnaletica orizzontale.

Lo spessore delle strisce e delle zebature deve essere di norma di 1,5 mm, mentre lo spessore delle frecce e delle scritte deve essere di norma di 2,5 mm.

La direzione dei lavori potrà diminuire gli spessori indicati fino ai limiti qui appresso indicati:

- per le strisce, preferibilmente per la striscia gialla di margine, fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le zebature fino ad un minimo di 1,2 mm;
- per le frecce e le scritte fino ad un minimo di 2,0 mm.

#### **20.7.3.6 Termo-colato plastico**

### – Generalità

Detto materiale verrà impiegato prevalentemente su manti stradali nuovi o comunque in ottimo stato di manutenzione per l'esecuzione delle strisce di mezzzeria, corsia, tratteggi ecc. della larghezza di cm 12 o 15 che potranno anche presentare tratti in rilievo costituenti una “striscia ad effetto sonoro”.

Le demarcazioni eseguite con pellicola termo-plastica rifrangente bianca dovranno essere eseguite a caldo previo riscaldamento del materiale ad una temperatura non inferiore a 210°C mediante l'impiego di apposite macchine operatrici con estrusione a velo.

Dovranno essere impiegate pellicole termoplastiche rifrangenti, costituite da leganti di natura organica, pigmenti inorganici, cariche di natura inorganica e senza contenuto di solventi.

Il materiale termo-plastico sarà costituito da:

a) Legante organico

Composto da resine termoplastiche resistenti all'idrolisi, additivate con plastificanti e stabilizzanti. Tali componenti dovranno essere solidalmente saturi e privi di funzionalità reattive, al fine di assicurare, alle alte temperature, quella elevata stabilità dei parametri tipici, che è necessaria per una buona affidabilità del processo applicativo. Nella composizione, la percentuale in peso del legante organico sarà compresa tra il 18 e il 24%. Ciò in relazione a densità e caratteristiche reologiche del legante ed a densità e granulometria degli inorganici.

b) Pigmenti

In relazione ai colori bianco e giallo, i pigmenti inorganici, vincolati ad un dosaggio comunque superiore ai valori minimi, sono rispettivamente il Biossido di Titanio ed il Solfuro di Cadmio. Sono ammessi in sostituzione pigmenti di natura organica con tossicità inferiore.

Sono vietati i cromati di piombo.

- Biossido di Titanio superiore al 15% (le pitture sono da produrre esclusivamente a caldo).
- Solfuro di Cadmio compreso tra l'1,75% ed il 3,75%.

c) Cariche

Le cariche inorganiche hanno lo scopo di modificare le caratteristiche fisiche della composizione, conferendo resistenza alla compressione ed alla abrasione, ruvidità superficiale e coadiuvano i pigmenti a realizzare caratteristiche cromatiche durevoli.

Le cariche che dovranno essere impiegate sono: il carbonato di calcio in differenti granulometrie, i caolini, le sabbie silicee, i quarzi e le quarziti macinati e calcinati, le bariti, la mica chiara, la bauxite calcica ecc.

Per la pellicola termoestrusa la composizione granulometrica delle cariche dovrà essere tale da determinare un residuo massimo dell'1,5% al setaccio avente 0,297 mm di maglia (setaccio il 50 ASTM).

Il dosaggio complessivo delle cariche potrà variare entro limiti abbastanza ampi, in funzione della loro densità e granulometria ed è compreso tra i seguenti valori: tra il 30% ed il 50%.

d) Sfere di vetro

Le sfere di vetro incorporate nella composizione (premiscelate) hanno lo scopo di conferire proprietà catarifrangenti durevoli; saranno realizzate con vetro ad indice di rifrangenza non inferiore a 1,50 determinato col metodo ad immersione con luce al tungsteno e dovranno essere esenti da bolle d'aria e di particelle di vetro asferiche. Il loro dosaggio è compreso tra il 10% ed il 30%.

Granulometria:

SETACCI ASTM	% sfere passanti
N. 70	100
N. 80	85 - 100
N. 140	15 - 55
N. 230	15 - 55

– Metodo di applicazione:

Dovendo portare a fusione il materiale plastico, onde consentire una perfetta adesione al manto stradale, le macchine per l'applicazione dovranno disporre di un serbatoio riscaldante ad elevata temperatura (oltre 210°) e di un particolare applicatore che consenta un'omogenea stratificazione. Al fine di non costituire pericolo nel centro abitato, dette macchine non dovranno avere caldaie e serbatoi in pressione.

Detto materiale plastico dovrà possedere i sottoelencati requisiti:

- grammatura prevista non inferiore a 4 Kg/mq con spessore della pellicola estrusa applicata non inferiore a mm 2;
- sufficiente rifrangenza e visibilità;
- indeformabilità agli agenti atmosferici, comprese le variazioni termiche; stabilità del colore, con gradazione conforme alle norme vigenti (non deve ingiallire); repulsività ai residui carboniosi degli scarichi automobilistici, alle particelle di nero contenute nei pneumatici, al pulvisco per cariche elettriche (non deve prendere il colore grigio tipico dei manti stradali);
- non infiammabilità;
- perfetta adesione al suolo;
- antiscivolosità nei riguardi del transito sia dei pedoni che dei veicoli di qualsiasi tipo e in qualsiasi condizione di tempo e per il caso specifico dei veicoli, anche durante la fase di frenatura assenza di riflessi speculari.

Su detto materiale si dovrà poter transitare dopo un tempo massimo di 10 minuti dalla sua applicazione.

Anche per questo materiale la Direzione Lavori potrà richiedere la spruzzatura, in corso di esecuzione, di microsferi di vetro in ragione del 10% minimo.

La resistenza all'usura prevede una durata minima di mesi 36 con obbligo di manutenzione.

Esecuzione di strisce a profilo variabile (striscia ad effetto sonoro)

La segnaletica a "profilo variabile" ha il duplice scopo di:

- migliorare la visibilità della striscia stessa in caso di maltempo: infatti le "barrette" emergono dal velo d'acqua che si crea sull'asfalto in caso di pioggia;
- aumentare la sicurezza del traffico veicolare in quanto, qualora un autoveicolo transitasse al di sopra della striscia, produrrà una vibrazione sonora che consente al conducente di percepire immediatamente la situazione di pericolo.

L'applicazione viene effettuata da una idonea macchina operatrice dotata di estrusore con apparecchiatura di controllo per la creazione sia della base che della barretta (profilo variabile).

La distanza tra le suddette "barrette" sarà variabile fino ad un massimo di 15 cm mentre l'altezza delle "barrette" dovrà essere non inferiore a 6 mm (misurata dal piano viabile).

La grammatura della "base" (ossia del film plastico ad altezza costante sul quale, poi, a distanza predeterminata verranno create le "barrette"), dovrà essere:

- non inferiore a 240 gr/m per la striscia da cm 12;
- non inferiore a 300 gr/m per la striscia da cm 15;
- non inferiore a 400 gr/m per la striscia da cm 20.

#### ***20.7.3.7 Laminato elastoplastico rifrangente***

Detto materiale sarà usato per l'esecuzione di passaggi pedonali, barre di arresto e altri segni sulla carreggiata prevalentemente su manti stradali nuovi o comunque in buono stato di manutenzione.

I laminati impiegati per la realizzazione della segnaletica orizzontale dovranno essere costituiti da una pellicola formata da miscele di speciali elastomeri e resine, sufficientemente elastici per resistere alle differenze di dilatazione e piccoli spostamenti del fondo stradale, contenenti una dispersione di microgranuli di speciale materiale ad alto potere antisdrucchiolo e di microsferi in vetro o ceramica con buone caratteristiche di rifrazione che conferiscano al laminato stesso un buon potere retroriflettente. I suddetti materiali dovranno essere prodotti da Ditte in possesso del sistema di qualità secondo le norme UNI-EN 29000.

Particolare cura dovrà essere posta nell'incollaggio dei bordi del laminato onde evitare, nel tempo, infiltrazioni d'acqua e relativo distacco del materiale che potrebbe risultare pericoloso, soprattutto per il transito pedonale.

Tipologia del materiale da impiegarsi:

- Laminato elastoplastico di tipo normale ovvero da incollarsi alle pavimentazioni stradali per mezzo di due prodotti, l'uno detto "fissapolvere" da stendere sulla pavimentazione stradale, l'altro detto "attivatore" da stendersi sulla superficie inferiore dei laminati stessi.
- Laminato elastoplastico detto autoadesivo in quanto è previsto l'uso del solo "fissapolvere" da stendersi sulla pavimentazione stradale mentre i laminati stessi sono già provvisti di collante distribuito sulla faccia inferiore, protetta da un film facilmente removibile al momento dell'impiego.

Detti laminati dovranno possedere i sottoelencati requisiti:

- microsferi con indice di rifrazione maggiore o uguale a 1,5;
- il materiale usato dovrà garantire la presa del collante in tempi brevi comunque non > ai 30 minuti;
- spessore del laminato compreso tra 1,5 e 2,5 mm;
- valore iniziale di rifrangenza non inferiore a 300 mcd/lux \* mq misurata con geometria Ecolux;
- indeformabilità agli agenti atmosferici comprese le variazioni termiche;

- stabilità del colore, con gradazione conforme alle norme vigenti (non deve ingiallire né annerire);
- repulsività ai residui carboniosi degli scarichi automobilistici, alle particelle di nero contenute nei pneumatici, al pulviscolo per cariche elettriche (non deve prendere il colore grigio tipico dei manti stradali);
- non infiammabilità;
- perfetta adesione al suolo;
- valore iniziale di antiscivolosità non inferiore a 45 S.R.T. con materiale bagnato;
- assenza di riflessi speculari.

La resistenza all'usura prevede una durata minima di mesi 36 con obbligo di manutenzione.

#### ***20.7.3.8 Bande ad effetto ottico.***

Sono sistemi di rallentamento di velocità ad effetto ottico, costituite da strisce trasversali di colore bianco, rifrangenti, di dimensioni e proporzioni stabilite dall'art. 179 del Regolamento di Esecuzione dei C.d.S. (D.P.R. 16.12.1992, n. 495).

Il materiale normalmente impiegato sarà vernice ad alta resistenza con post-spruzzatura di perline di vetro, bicomponente plastico, laminato elastoplastico o colato plastico di spessore non superiore a 3 mm, tutti comunque con caratteristiche rifrangenti.

Le caratteristiche dei vari materiali sono già descritte negli articoli precedenti della presente sezione del Capitolato Speciale d'Appalto e verranno computati per mq di stesa effettiva.

#### ***20.7.3.9 Bande ad effetto acustico.***

Sono sistemi di rallentamento di velocità ad effetto acustico in quanto, senza provocare danni al veicolo, inducono il conducente al rallentamento ed al rilascio dell'acceleratore.

L'effetto è ottenuto o mediante fresatura della pavimentazione o mediante applicazione di materiali come laminati plastici di un certo spessore, colati plastici pure in spessore, tappeti in PVC con aggiunta di materiale granulato e altri sistemi.

Le caratteristiche dei materiali impiegati sono le seguenti:

- Laminato elastoplastico

Bande rifrangenti a doppio strato costituite da un striscia, detta di ancoraggio, di larghezza cm 15 e spessore mm 1,5-2, alla quale viene sovrapposta un'altra striscia di larghezza cm 8 e spessore mm 5-6, applicate sulla pavimentazione in batterie costituite da più elementi trasversali, di norma da 4 a 12 barre per batteria. La soluzione ideale tipo prevede il collocamento di n. 4 batterie, opportunamente distanziate, costruite da un numero di elementi sempre crescente nel senso di marcia ovvero da 4-6-8-10 elementi.

- Colato plastico rifrangente

Realizzazione di barre trasversali in spessore da 3 a 10 mm, colate a caldo in bicomponente direttamente sul manto stradale.



- Doppio strato di cloruro di polivinile

Sono realizzate mediante l'incollaggio alla pavimentazione di una serie di barre trasversali composte da una speciale guaina in PVC miscelato a plastificanti di sintesi e oli di petrolio alla quale, già in sede di fabbricazione, vengono aggiunti inerti granulati, di origine basaltico-ardesica, fissati da resine polimerizzabili che assicurano una perfetta tenuta del materiale e garantiscono un'elevata rumorosità pur garantendo una elevata resistenza e caratteristiche antisdrucchiolevoli.

La posa in opera viene effettuata mediante incollaggio delle barre, di norma della larghezza di cm 50, su pavimentazioni pulite ed asciutte mediante colla bituminosa da sciogliersi a caldo (max. 180°C.) previa stesura di un apposito primer di sottofondo. L'operazione viene completata con la rifilatura a caldo dei bordi di incollaggio.

Caratteristiche del materiale da impiegarsi:

- bande a spessore medio 12 mm con granulato 8/10, peso specifico 12 Kg/mq circa;
- bande a spessore medio 10 mm con granulato 6/8, peso specifico 9-10 Kg/mq circa.

N.B.: Il granulato potrà avere colorazione nera-antracite (basalto ardesico) o bianca (quarzo bianco) ed il supporto elastomerico sarà opportunamente colorato in pasta, nero o bianco a richiesta.

Per tutti i tipi sopradescritti è richiesta omologazione da parte del Ministero dei LL.PP. che dovrà essere fornita alla Direzione Lavori prima della posa in opera, tutti i materiali dovranno offrire una garanzia di durata non inferiore a mesi 36.

#### **20.7.3.10 Cancellature e fresature**

La Direzione Lavori potrà richiedere la cancellazione o l'asportazione di strisce, segni e scritte sulla carreggiata mediante sopraverniciatura in nero o grigio asfalto, fiammatura o uso di fresatrici meccaniche, pallinatrici, atte ad asportare completamente ogni residuo di vernice, in modo da ottenere la perfetta e duratura scomparsa della segnaletica preesistente.

Per quanto concerne la sopraverniciatura in nero o grigio ardesia dei segni, il prezzo applicato sarà quello stesso della stesa di vernice, calcolato a mq, ancorché in caso di simbologie particolarmente complesse, scritte, ecc. computato col metodo vuoto per pieno.

I materiali utilizzati per tale operazione dovranno possedere caratteristiche tali da garantire l'assoluta innocuità nei confronti delle pavimentazioni sulle quali verranno applicati.

La Direzione Lavori potrà invitare l'Impresa ad effettuare ulteriori interventi di cancellazione per quella segnaletica che risultasse a suo insindacabile giudizio, non perfettamente eliminata, o semplicemente occultata con emulsioni bituminose o simili. Per tali interventi supplementari nessun maggior compenso potrà essere richiesto dalla ditta appaltatrice.

Per eliminare la segnaletica eseguita con materiale permanente, occorrerà usare speciali raschietti e macchine fresatrici dopo aver eventualmente riscaldato la segnaletica da rimuovere, senza tuttavia intaccare in alcun caso la pavimentazione stradale.

S'intende che detti lavori verranno retribuiti in base ai prezzi previsti in capitolato solo se ordinati dalla Direzione Lavori per modifica di segnaletica preesistente e mai per errori dovuti all'Impresa appaltatrice o per necessità di manutenzione.

#### **20.7.3.11 Verniciatura di banchine provvisorie o simili**

La verniciatura di banchine spartitraffico provvisorie o sagomatura di marciapiedi esistenti, denominata comunemente "naso", realizzati in modo provvisorio con delimitazioni in cordolo flessibile e successivo riempimento in calcestruzzo, sarà da effettuarsi di norma con stesa manuale a rullo, di uno strato piuttosto consistente di idonea vernice color "rosso sangue di bue" (tipo pista ciclabile) tale da resistere all'usura di un intenso traffico pedonale.

La verniciatura dovrà essere effettuata solo previa accurata pulizia e spazzamento del fondo, che dovrà essere assolutamente asciutto. Si dovranno altresì evitare gocciolature e sbavature di vernice sui cordoli precedentemente posati o sulle aree lapidee o bitumate circostanti, che andranno eventualmente prontamente eliminate a cura e spese dell'Impresa.

### **20.7.4 Segnaletica complementare**

#### **20.7.4.1 Delineatori stradali**

##### **– Generalità**

I segnalimiti o delineatori stradali debbono avere i requisiti stabiliti nell'articolo 172 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada approvato con D.P.R. 16.12.1992 n.495.

Tali dispositivi rifrangenti dovranno risultare approvati dal Ministero dei LL.PP.

I segnalimiti devono, inoltre, portare impresso in vicinanza del dispositivo rifrangente, l'anno di fabbricazione ed il marchio di fabbrica o il nominativo della Ditta.

Nel caso in cui sia compresa nell'appalto anche la posa in opera, i segnalimiti devono essere distanziati, secondo quanto indicato al richiamato art. 172 del regolamento.

I segnalimiti devono inoltre rispondere ai seguenti requisiti:

- manutenzione facile;
- trasporto agevole;
- resistenza agli agenti atmosferici;
- non rappresentare un pericolo per gli utenti della strada.

Per quanto riguarda i dispositivi rifrangenti, si precisa che essi devono soddisfare ai seguenti requisiti:

- caratteristiche ottiche stabili nel tempo;
- colore definito da norme unificate sulla base di coordinate tricromatiche;
- fissaggio stabile dell'inserito al supporto.

– Forma - Dimensioni – Colori

Indipendentemente dalla natura del materiale con cui sono prodotti, i segnalimiti da collocare ai margini delle strade statali ed autostrade dovranno essere conformi alle disposizioni di cui all'artt. 172 e 173 del Regolamento di attuazione 16.12.92 n.495 e successive modifiche.

Nel caso in cui il delineatore debba essere posto in opera, la sommità del medesimo dovrà risultare a cm. 70 al di sopra della quota della banchina stradale.

Allo scopo di realizzare la flessibilità del delineatore, potranno essere adottati, nella sezione orizzontale in corrispondenza del piano della banchina accorgimenti particolari consistenti o nella creazione di sezioni di minore resistenza ovvero nell'inserimento di particolari materiali nel corpo del delineatore.

In attesa della pubblicazione del progetto di normativa europea pr EN 12899-3 si applicano i requisiti che seguono.

Per i segnalimiti prodotti con materiali di natura plastica, si prescrive che le pareti del manufatto abbiano in ogni punto spessore inferiore a mm. 2 (due), che il segnalimite sia costituito da polimero della migliore qualità e precisamente da polietilene ad alta intensità, di colore bianco, con un tenore di biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) almeno del 2%.

I parametri caratteristici del polimero (polietilene ad alta densità), dovranno presentare valori compresi nei limiti seguenti:

- Indice di fluidità (Melt Index): dovrà essere compreso tra 0,2 + 0,4;

- Densità: 0,95;

- Carico di rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti in un apparecchio "weather o meter" secondo le norme ASTM 4527 e D 1499 - 59T):

prima: 220 Kg./cmq.

dopo : deve raggiungere almeno l'85% del valore iniziale;

- Allungamento a rottura (prima e dopo l'esposizione continua all'azione dei raggi ultravioletti come sopra):

prima: 35%

dopo : deve raggiungere almeno l'85% del valore della lunghezza iniziale;

- Resistenza all'urto del polimero pigmentato:

prima dell'esposizione ai raggi ultravioletti, la resistenza dell'urto, secondo le norme ISO - ASTM 256-56T deve raggiungere un minimo di 9 Kg./cmq.; dopo l'irradiazione, la resistenza deve raggiungere almeno l'80% del valore ottenuto prima dell'esposizione.

I dispositivi riflettenti impiegati nei segnalimiti dovranno essere prodotti con metacrilato di metile od analoghi materiali ed aventi le caratteristiche indicate dall'art.172 del Regolamento.

– Prove ed accertamenti

a) Resistenza alla flessione

La prova consisterà nel sottoporre il segnalimite, tenuto incastrato in corrispondenza della sezione posta a cm. 70 dalla sommità, in una flessione del piano verticale di simmetria

(normale dell'asse stradale), fino ad ottenere una deviazione di 45 gradi rispetto alla posizione normale, mantenendo per 5' tale deviazione.

La temperatura di prova non dovrà essere superiore ai 25° C.

Il risultato della prova sarà considerato favorevole se, eliminato il carico che ha provocato la flessione, il segnalimite assumerà la sua posizione originaria senza alcuna traccia di deformazione residua.

Saranno considerati accettabili i segnalimiti che, assoggettati alla prova meccanica di cui al presente paragrafo, ma alla temperatura di (5° + 1°) presenteranno una deviazione residua non superiore a 7°.

b) Resistenza agli agenti chimici (A.S.T.M. D.543):

La prova sarà effettuata secondo la procedura descritta nella norma A.S.T.M. D.543.

Le soluzioni aggressive impiegate per l'esecuzione della prova sono:

- 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.

c) Caratteristiche meccaniche e fisiche del materiale impiegato:

- 1) Titolo del pigmento TiO<sub>2</sub>;
- 2) Indice di fluidità del polimero pigmentato;
- 3) Densità del polimero pigmentato;
- 4) Carico di rottura del polimero pigmentato;
- 5) Allungamento a rottura del polimero pigmentato;
- 6) Resistenza all'urto del polimero pigmentato.

d) Caratteristiche dei dispositivi riflettenti:

Il catadiotro immerso per cinque minuti in acqua calda a +80° e immediatamente dopo, per altri cinque minuti, in acqua fredda a +10°, dovrà risultare integro, a perfetta tenuta stagna da controllare mediante pesature di precisione.

e) Fissaggio:

I catadiottri devono essere fissati al delineatore con dispositivi e mezzi idonei ad impedirne l'asportazione.

f) Omologazione:

I catadiottri impiegati dovranno essere omologati presso il Ministero dei LL.PP. e presentare impresso il relativo numero di omologazione in conformita' all'articolo 192 del Regolamento di attuazione del Nuovo Codice della Strada.

#### **20.7.4.2 Barriera tipo "New Jersey" in polietilene rinforzato**

Elemento cavo all'interno e predisposto per il riempimento con acqua o sabbia, munito di tappo di riempimento e tappo di scarico ed avente ottima resistenza agli urti e agli agenti atmosferici, inserti rifrangenti in preformato con applicazione di pellicola retroriflettente classe 2 o inserti in laminato elastoplastico rifrangente, colore inalterabile alla luce solare.

La sezione è quella tipica delle barriere tipo "New-Jersey", colori: rosso-bianco-giallo.

Dimensioni: lunghezza cm 100, larghezza cm 40 circa, altezza cm 70 circa.

#### **20.7.4.3 Delineatore tipo "indicatore di direzione" in polietilene rinforzato**

Le caratteristiche generali sono del tutto simili a quelle descritte per gli elementi di cui ai due punti precedenti, ovviamente differiscono sagoma e dimensioni.

Gli elementi sono costituiti da un corpo cilindrico o elissoidale presentante frontalmente una cuspidè arrotondata, sono cavi all'interno onde permettere l'agevole riempimento o zavorraggio. Sono applicate alla superficie frontale pellicole retroriflettenti di classe 2 o 2 speciale riportanti a richiesta simboli a freccia ovvero i segnali di cui alle figure II 82a, 82b, 83 del C. d. S.

Colori: giallo-verde-blu.

Dimensioni: Ø 100 cm H 125 cm, Ø 150 cm H 135 cm, Ø 200 cm H 170 cm circa.

#### **20.7.4.4 Colonnine rifrangenti spartitraffico in materiale plastico**

Le colonnine rifrangenti dovranno essere in polietilene stampato speciale, con alta resistenza agli sbalzi di temperatura e inalterabili ai raggi solari, munite di catadiottri e/o altri materiali rifrangenti, come pellicola retroriflettente classe 2 o 2 speciale ed omologata dal Ministero dei Lavori Pubblici, e comunque conformi ai disposti del vigente Codice Stradale e successive circolari ministeriali.

Il tipo di colonnina ed il suo ancoraggio saranno scelti in base alla loro robustezza, praticità di applicazione, qualità di rifrangenza, design, resistenza agli urti accidentali e/o sua omologabilità. Dovranno essere verificati con gli ebnti proprietari delle strade le tipologie in uso.

Si evidenzia, a titolo d'esempio, che il tipo attualmente adottato dalla Città di Torino consiste in una colonnina a sezione triangolare con spigolo di cm 18 circa e altezza totale di cm 83 circa, con sezione circolare nella parte inferiore adattantesi perfettamente alla base descritta nei commi precedenti e nel successivo.

La base speciale sarà di norma in acciaio stampato con testata del diametro di mm 146, spessore mm 2, formata da una testa sagomata con un foro centrale del diametro di mm 170; la parte cilindrica con n. 3 fori, disposti a 120°, alla distanza di mm 52 dalla battuta, del diametro di mm 8 MA con dado inox MA spessore mm 8, saldato nell'interno coassialmente ai fori.

Dovrà essere conformata in modo tale da ospitare il tirante speciale per il fissaggio rapido, verniciata con due mani di colore "giallo" e con una corona di pellicola rifrangente H.I. gialla di cm 4 di altezza applicata su tutta la circonferenza, il tutto come da campione.

E' considerato parte integrante della base anche il piantone che verrà infisso nella pavimentazione, della lunghezza di circa cm 23 e con saldato alla sommità un dado esagonale, al quale verrà avvitato il tirante speciale che permette di ancorare la base al suolo.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di adottare, anche in corso d'opera, altri tipi di colonnina rifrangente, nel caso avessero caratteristiche migliori di quelle attualmente in uso, oppure per difficoltà di approvvigionamento del materiale del tipo attualmente in uso.

Tutti i tipi di colonnina adottati dovranno comunque avere stessa sezione alla base con fori disposti a 120° e tali da consentire il montaggio, su qualsiasi tipo di base preesistente.

La Direzione Lavori durante l'appalto può richiedere la pulizia e lavaggio delle colonnine ubicate sul territorio cittadino, di qualsiasi tipo, anche quelle non fornite e/o posate dalla ditta appaltatrice.

Detti lavori consistono nel lavaggio, mediante spazzole non graffianti, con acqua e idonei detergenti, di tutta la colonnina, compresi gli interstizi, dei catadiottri, avendo cura di non staccarli e nel caso di adesivi rifrangenti, di non rompere la pellicola protettiva o provocare con inadeguati detergenti lo scollamento dell'adesivo stesso.

Qualora la ditta provocasse i danni sopra descritti sarà obbligata a sostituire la colonnina danneggiata a proprie spese con un'altra nuova.

#### **20.7.4.5 Delineatori speciali di ostacolo**

Tali delineatori dovranno avere forme caratteristiche come previsto dalle normative vigenti (in particolare art. 177 e fig. II/472 del DPR 16.12.1992 n. 495) cioè forma a scudo semicircolare di altezza cm 50, pellicola classe 2 oppure 2 speciale.

Il supporto ed il sistema di ancoraggio saranno di norma in alluminio spessore 30/X. Potrà essere richiesto che il sistema di ancoraggio venga realizzato in acciaio inox per migliorare sia la stabilità, sia l'efficienza dell'ancoraggio stesso.

In ogni caso il sistema di ancoraggio dovrà prevedere soluzioni idonee a consentire la posa del delineatore in modo singolo o doppio (per coprire l'intero arco di 360° intorno al sostegno avente di norma diametro 60 mm, nonché la posa su pali semaforici o pali luce già esistenti con il sistema di ancoraggio BAND-IT.

Il delineatore speciale di ostacolo dovrà essere obbligatoriamente abbinato al segnale di passaggio obbligato in pellicola classe 2 o 2 speciale, sopportato da apposito sostegno di altezza ridotta (cm 160, disco escluso) con corona portadisco tipo NSR.

In caso di posa di detto gruppo segnaletico in presenza di colonnina rifrangente preesistente si dovrà avere cura di rimuovere la stessa nonché la relativa base, prima del collocamento del nuovo delineatore.

#### **20.7.4.6 Coni $h = 32,7$ cm.**

##### **– Generalità**

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art.34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada.

Coerentemente con quanto previsto all'art.79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte.

A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con fasce di colore bianco (oppure completamente riflettorizzati con fasce alterne bianche e rosse). La pellicola rifrangente deve essere esclusivamente di classe 2.

I coni sono realizzati in gomma di buona qualità e devono avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono è chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore.

– Forma

L'altezza dei coni deve essere di norma di 32,7 +/- 2 cm con la stessa configurazione riportata alla figura II 396 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (preferibile base poligonale).

Devono avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

– Peso

Il peso dei coni, comprensivi della base, deve essere superiore a 3,0 kg.

– Caratteristiche colorimetriche corpo del cono superficie non retroriflettente

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.51.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del corpo deve essere conforme alla tabella 1 come appropriato.

TABELLA 1

COLORE	1		2		3		4		FATTORE
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
ROSSO	0,690	0,310	0,575	0,316	0,521	0,371	0,610	0,390	>= 0,11

– Superfici retroriflettenti

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti, bianco oppure rosso serigrafato, devono essere conformi ai valori previsti nella tabella 1 del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

– Caratteristiche fotometriche

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) devono avere un coefficiente

areico di intensita' luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

Le misure sono eseguite in conformita' alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.54 (1982), utilizzando l'illuminante normalizzato A.

– Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente

Il materiale retroriflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) supera le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 del disciplinare tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retroriflettente alla superficie del cono deve essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non deve subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

– Caratteristiche comportamentali del cono finito

I coni flessibili devono essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature.

In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento pr EN 13422 ottobre 1998 e successive modifiche.

In particolare sono richiesti i seguenti requisiti:

a) Stabilita' (rif. 7.4 del progetto di norma): dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non deve subire alcun ribaltamento.

b) Resistenza all'impatto a basse temperature (rif. 7.5 del progetto di norma): raffreddato ad una temperatura di  $-25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$  e colpito da una sfera di 0,9  $\pm$  0,045 kg., il cono non deve subire alcun danneggiamento tipo fessurazioni della gomma e della pellicola.

Dopo la prova il cono deve ritornare nella sua forma originale.

c) Resistenza alla caduta (rif. 6.7 del progetto di norma):

il cono, raffreddato a  $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{ C}$  e lasciato cadere liberamente da un'altezza di 1500  $\pm$  50 mm., non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retroriflettenti.

L'Appaltatore, ai sensi del D.Leg.vo 358/92 e del DPR 576/94, deve presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

**20.7.4.7 Coni h = 50 cm.**

– Generalità

I coni flessibili devono essere usati secondo le disposizioni previste per l'art.34 del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della Strada.

Coerentemente con quanto previsto all'art.79 dello stesso Regolamento, i coni devono essere visibili di giorno come di notte. A tale scopo essi devono essere riflettorizzati con



fasce di colore bianco oppure completamente riflettorizzati con fasce alterne bianche e rosse.

I coni dovranno essere realizzati in gomma di buona qualità e dovranno avere il corpo di colore rosso.

Sulla base di ogni cono sarà chiaramente impresso in maniera indelebile il nome del costruttore ed il relativo numero di autorizzazione alla costruzione dei segnali rilasciato dal Ministero dei Lavori Pubblici.

– Forma

- L'altezza dei coni dovrà essere di norma di 50 +/- 2 cm. con la stessa configurazione riportata alla figura II 396 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada (preferibile base poligonale).

Dovranno avere una forma idonea tale da garantire, se impilati, di incastrarsi l'uno con l'altro senza danneggiare il materiale retroriflettente.

I coni devono avere un'adeguata base di appoggio per garantire la necessaria stabilità durante le normali condizioni d'uso.

– Peso

Il peso dei coni, comprensivi della base, dovrà essere superiore a 2,0 kg.

Per condizioni d'uso particolari dovrà essere previsto un peso totale superiore a 3,0 kg.

– Caratteristiche colorimetriche corpo del cono superficie non riflettente

Quando sottoposto a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.51.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, il colore rosso del corpo dovrà essere conforme alla tabella 1 come appropriato.

TABELLA 1

COLORE	1		2		3		4		FATTORE
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	
ROSSO	0,690	0,310	0,575	0,316	0,521	0,371	0,610	0,390	>= 0,11

– Superfici retroriflettenti

Quando sottoposti a prove secondo le procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.15.2 (1986), utilizzando l'illuminante normalizzato D65, geometria 45/0, i colori delle pellicole retroriflettenti, bianco oppure rosso serigrafato, dovranno essere conformi ai valori previsti nella tabella 1 del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

– Caratteristiche fotometriche

Secondo quanto previsto all'art.36 del Regolamento, le fasce di colore bianco (oppure il materiale retroriflettente a fasce alterne bianche e rosse) dovranno avere un coefficiente

areico di intensita' luminosa R' iniziale non inferiore ai valori minimi prescritti per i vari angoli di divergenza e di illuminazione nella tabella III del disciplinare tecnico del Ministero dei LL.PP. pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

Le misure saranno eseguite in conformita' alle procedure definite nella pubblicazione C.I.E. n.54 (1982), utilizzando l'illuminante normalizzato A.

– Caratteristiche comportamentali del materiale retroriflettente

Il materiale retroriflettente che costituisce le fasce di colore bianco (oppure le fasce alternate bianche e rosse) dovra' superare le prove di resistenza previste ai paragrafi 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.9, 4.10 e 4.11 del disciplinare tecnico del Ministero dei Lavori Pubblici pubblicato con D.M. 31 marzo 1995.

L'adesione del materiale retroriflettente alla superficie del cono dovra' essere adeguatamente dimostrata. In particolare, dopo aver praticato un taglio verticale per tutta l'altezza della pellicola, quest'ultima non dovra' subire un distacco dalla base del cono superiore a 1 mm.

– Caratteristiche comportamentali del cono finito

I coni flessibili dovranno essere stabili, resistenti alle cadute, resistenti agli impatti a basse temperature.

In attesa di prove specifiche definite, valgono le prove descritte ai paragrafi 7.4, 7.5, 7.6 del progetto di norma europea "Attrezzature stradali - Segnali stradali portatili - coni e cilindri", riferimento pr EN 13422 ottobre 1998 e successive modifiche.

In particolare sono richiesti i seguenti requisiti:

- a. Stabilita' (rif. 7.4 del progetto di norma): dopo aver applicato una forza orizzontale pari a 6 N, il cono non dovra' subire alcun ribaltamento.
- b. Resistenza all'impatto a basse temperature (rif. 7.5 del progetto di norma): raffreddato ad una temperatura di  $-25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  e colpito da una sfera di 0,9  $\pm$  0,045 kg., il cono non dovra' subire alcun danneggiamento tipo fessurazioni della gomma e della pellicola.

Dopo la prova il cono dovra' ritornare nella sua forma originale.

- c. Resistenza alla caduta (rif. 6.7 del progetto di norma): il cono, raffreddato a  $-18^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$  e lasciato cadere liberamente da un'altezza di 1500  $\pm$  50 mm., non deve subire alcuna rottura o deformazione permanente sia nel cono che negli inserti retroriflettenti.

L'Appaltatore, ai sensi del D.leg. 358/92 e del DPR 576/94, devono presentare all'Amministrazione, tutta la certificazione inerente il superamento dei requisiti sopra elencati.

**20.7.4.8 Occhi di gatto**

Dispositivi retroriflettenti integrativi dei segnali orizzontali in policarbonato o speciali resine dotati di corpo e parte rifrangente dello stesso colore della segnaletica orizzontale di cui costituiscono rafforzamento.

Ai sensi dell'art.153 del Regolamento d'esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada, approvato con D.P.R. 495 del 16.12.92 e successive modifiche ed integrazioni, i dispositivi retroriflettenti integrativi quali gli occhi di gatto devono essere approvati dal Ministero dei lavori Pubblici.

Copia di tale approvazione, unitamente agli altri certificati richiesti, dovrà essere presentata dall'Appaltatore concorrente.

Dimensioni del corpo: come previste dal Regolamento art.153.

Il suddetto dispositivo dovrà essere fissato al fondo stradale con idoneo adesivo secondo le prescrizioni della ditta produttrice.

Le caratteristiche tecniche dei dispositivi denominati "occhi di gatto" dovranno rispondere alla Norma Europea EN 1463-1; in particolare:

- a. per uso permanente (EN1463-1)
  - classificazione: tipo 3A
  - proprietà fotometriche: classe PRP1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 4 (tipo 3) per il colore bianco;
  - colore: classe NCR1, i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 9.
- b. per uso temporaneo (EN1463-1)
  - classificazione: tipo 3A
  - proprietà fotometriche: classe PRT1, i valori fotometrici non dovranno essere inferiori a quelli previsti nella tabella 6 (tipo 3) per il colore giallo e non inferiori a quelli previsti nella tabella 5 per gli altri colorati
  - colore:
    - colore dell'insero rifrangente => classe NCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tab.9;
    - colore del corpo => classe DCR1 e i valori dovranno essere conformi a quelli previsti nella tabella 10.

Oltre ai certificati relativi alle proprietà fotometriche e al colore, comprovanti la rispondenza ai valori previsti nella norma EN1463-1, l'Appaltatore deve presentare:

- omologazione del Ministero LL. PP. per i tipi rispondenti alla classificazione sopra descritta;
- certificato relativo alle prove di impatto;
- certificato relativo alle prove di penetrazione dell'acqua;
- certificato relativo alla resistenza alla temperatura;
- certificato relativo alla resistenza alla compressione.

I certificati di cui al presente articolo, qualora presentati in copia, dovranno essere identificati da parte della Ditta produttrice con una vidimazione rilasciata in originale alla Ditta concorrente sulla quale dovranno essere riportati gli estremi della Ditta stessa.

Tale validazione dovrà essere compiuta in data non anteriore a 30 giorni dalla data di scadenza di presentazione dell'offerta e recare un numero di individuazione.

La presentazione di documenti incompleti o insufficienti non rispondenti alle norme vigenti e a quelle particolari del presente capitolato, comporterà l'esclusione dall'appalto.

La fornitura da parte dell'Appaltatore di materiali diversi da quelli dichiarati, costituirà motivo di immediato annullamento del contratto con riserva di adottare ogni altro provvedimento più opportuno a tutela dell'interesse dell'Amministrazione.

#### ***20.7.4.9 Dispositivi ad altissima rifrangenza denominati "gemme"***

Da posarsi sulla carreggiata in zone poco illuminate per rendere maggiormente visibili, nelle ore notturne banchine o curve particolarmente insidiose o pericolose. Normalmente costituiti da elementi rettangolari di dimensioni circa cm 13x8 e spessore cm 2.

La superficie di impatto dovrà essere interamente rifrangente, a disegno prismatico e superiore alla rifrangenza data dalle normali pellicole di classe 2.

Dovranno essere costituite da un corpo unico in policarbonato ad altissima resistenza agli urti veicolari, preferibilmente munite di gambo da inserire nella pavimentazione stradale.

Il colore delle calotte può essere bianco o giallo, la rifrangenza, a seconda del posizionamento può essere su entrambe le facciate d'impatto bianco o giallo, oppure con una sola faccia rifrangente in uno dei colori suddetti.

La posa sarà eseguita con foratura del manto stradale (per il tipo provvisto di gambo) e comunque sempre fissate con apposito collante costituito da resine bicomponenti.

Tutte le calotte, gemme, bandierine, ecc. dovranno avere un ancoraggio al sedime stradale garantito per almeno 24 mesi dalla data della posa in opera.

### **20.8 Norme tecniche per l'esecuzione dei lavori**

Particolare cura deve essere posta nella preparazione delle superfici. Prima della stesa della vernice, le superfici dei manufatti da dipingere dovranno essere ben ripulite da terriccio, oli, grassi, detriti e da altri eventuali materiali estranei: i manufatti ferrosi dovranno inoltre essere raschiati con spazzole di ferro per rimuovere eventuali particelle di ruggine.

La vernice verrà stesa in strato uniforme e continuo, avente spessore e sufficiente corposità, ma non tale da provocare distacchi per sfogliamenti; dovranno essere evitate colature e macchie in genere.

Le figure verniciate dovranno essere a contorno netto e senza sbavature, in particolare le strisce di colore alternato (bianco e nero) dovranno essere di uguale larghezza e inclinate (se e come richiesto dalla posizione dell'ostacolo) nel giusto senso e con corretta inclinazione, come indicato nell'articolo 175 del succitato Regolamento di Esecuzione (D.P.R- 495/92).

Tutto il colore sparso incidentalmente dovrà essere rimosso dall'area pavimentata. Si dovrà pure evitare di sporcare con residui di vernice muri, marciapiedi, cordoli, bordure di aiuole, alberi, siepi, pali, griglie, non oggetto di lavorazione.

Tutta la vernice dovrà essere applicata sul manufatto ben asciutto con idonea attrezzatura.

Le superfici appena dipinte, dovranno essere protette dagli eventuali danni che potrebbero arrecare a veicoli e pedoni in transito, per tutto il periodo di tempo necessario all'essiccamento della vernice.

Dovendo operare in zone percorse da pedoni è necessario collocare durante la verniciatura e fino a totale essiccazione appositi cartelli con la scritta “VERNICE FRESCA”.

Qualsiasi parte danneggiata di segnaletica appena dipinta, sarà riverniciata e gli eventuali segni di sbavatura saranno immediatamente cancellati a totale carico dell'Impresa.

Per esigenze inerenti alla circolazione, nei punti di maggiore traffico e ovunque la Direzione Lavori lo ritenga opportuno i lavori dovranno essere eseguiti senza sovrapprezzo alcuno esclusivamente nelle ore notturne o nei giorni festivi.

Per i suddetti lavori notturni è fatto obbligo di attrezzare l'eventuale compressore della macchina spruzzatrice di particolari silenziatori onde eliminare i rumori molesti. E' fatto obbligo di collocare, in prossimità di ogni cantiere, la prescritta segnaletica (coni, lavori in corso, ecc.) onde evidenziare la zona di lavoro secondo le vigenti disposizioni di legge.

Nessun maggior compenso può essere richiesto dalla ditta appaltatrice che si dovrà attenere agli ordini che verranno impartiti dalla Direzione Lavori.

La mano d'opera in quantità proporzionale al lavoro, dovrà essere della massima efficienza, secondo la migliore consuetudine in questi tipi di lavoro, con l'impiego di personale esperto e preparato.

Particolare cura si dovrà avere per la verniciatura dei segnalimiti, delle barriere metalliche e di tutti i manufatti dove sono installati dispositivi rifrangenti o illuminati, i quali dovranno essere ripuliti e assolutamente non verniciati.

Nel caso che detti dispositivi rifrangenti fossero ammalorati o mancanti si dovranno sostituire con altri regolamentari e accettati dalla Direzione Lavori.

Inoltre, la Direzione Lavori può ordinare alla ditta la posa in opera su manufatti, sopra descritti, di dispositivi rifrangenti, forniti dalla ditta stessa, o sperimentali, forniti dall'Impresa; è onere della ditta, in entrambi i casi, l'approvvigionamento dei materiali idonei all'ancoraggio dei suddetti dispositivi.

La Direzione Lavori può richiedere che le transenne, ringhiere, parapetti ecc. siano verniciate di colori particolari, ad esempio Verde RAL 6009.

#### – Caratteristiche delle vernici

La vernice da impiegarsi dovrà essere di ottima qualità e non dovrà assumere, in alcun caso, colorazioni diverse da quelle ordinate; dovrà avere caratteristiche chimiche tali da garantire una completa innocuità nei confronti dei manufatti sui quali verrà applicata; dovrà possedere caratteristiche fisiche capaci di conservare inalterata e costante la visibilità e la brillantezza, sino alla completa consumazione; dovrà avere una buona resistenza all'usura provocata sia dal traffico che dagli agenti atmosferici; dovrà essere tale da aderire tenacemente a tutti i tipi di manufatti (pietra, cemento, mattoni, intonaci, conglomerati bituminosi, piastrelle, legno e metalli); non dovrà avere tendenza al disgregamento, nè lasciare polverature di pigmento dopo l'essiccazione, nè assumere colorazioni incerte, in particolare, il bianco non dovrà ingiallire ed il nero assumere tonalità di altri colori.

Le vernici impiegate dovranno avere caratteristiche specifiche per i vari tipi di supporto, in particolare:

per i supporti non metallici (pietra, cemento, ecc.) si dovrà usare una vernice a base di resina stirolo acrilica ad altissima resistenza ai prodotti antigelo con dichiarato potere antimuffa;

per i supporti metallici si dovrà usare un antiruggine (di colore diverso dalle mani successive) al 25% di cromato di zinco e 15% di ossido di zinco sul totale dei pigmenti. Quindi verrà applicata un secondo strato di smalto con dichiarata stabilità di colore e pellicola perfettamente liscia che non dia adito a sfarinamento, screpolature, ecc.

## **21. OPERE IDRAULICHE**

### **21.1 COLLOCAMENTO IN OPERA – NORME GENERALI**

L'Appaltatore, oltre alle modalità esecutive prescritte per ogni categoria di lavoro, è obbligato ad impiegare ed eseguire tutte le opere provvisorie ed usare tutte le cautele ritenute a suo giudizio indispensabili per la buona riuscita delle opere e per la loro manutenzione e per garantire da eventuali danni o piene sia le attrezzature di cantiere che le opere stesse.

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisoria, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti.

L'Appaltatore ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che le venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, anche se forniti da altre ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Appaltatore unico responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza o assistenza del personale di altre ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Prima di porre mano ai lavori, l'Impresa è obbligata alla picchettazione completa del lavoro in modo che risulti ben definito l'intero tracciato.

Restano a carico dell'Impresa tutte le attività derivanti dalla sistemazione di interferenze o altri problemi non segnalati in questa fase alla Direzione Lavori e che siano imputabili, ad insindacabile giudizio del Direttore dei Lavori a negligenza nello svolgimento della fase di verifica preliminare sopra descritta. L'Impresa sarà tenuta a rifare e correggere, a sue spese, quelle opere che la Direzione dei Lavori non accettasse in conseguenza di sbagli o di variazioni arbitrarie nel tracciato sia planimetrico che altimetrico.

Gli scavi saranno eseguiti secondo le sagome geometriche indicate in progetto o prescritte dalla Direzione dei Lavori e, qualora le sezioni assegnate vengano maggiorate, l'Impresa non avrà diritto ad alcun compenso per i maggiori volumi di scavo, ma anzi sarà tenuta ad eseguire a proprie cure e spese tutte quelle maggiori opere che si rendessero per conseguenza necessarie.

Nell'esecuzione degli scavi in trincea, l'Impresa - senza che ciò possa costituire diritto a speciale compenso - dovrà uniformarsi, riguardo alla lunghezza delle tratte da scavare, alle prescrizioni che fossero impartite dal Direttore dei Lavori.

Le profondità che si trovano indicate nei disegni per i piani di posa delle opere d'arte sono indicative e la Direzione dei Lavori si riserva piena facoltà di modificarle nella misura che reputerà più conveniente in base alle caratteristiche geotecniche del sito senza che ciò

possa dare all'Appaltatore motivo alcuno di fare eccezioni e domande di speciale compenso, avendo egli soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito con il prezzo contrattuale stabilito.

E' vietato all'Appaltatore sotto la pena di demolire il già fatto, di dar mano alle opere successive prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani.

Gli scavi di norma dovranno essere eseguiti con pareti verticali secondo le sezioni tipo di progetto e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerli con conveniente armatura e sbadacchiatura, senza per questo pretendere alcun compenso aggiuntivo oltre il costo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle cose ed alle persone che potesse verificarsi per franamenti.

Il fondo delle trincee sarà accuratamente spianato e regolarizzato secondo la livelletta stabilita per i manufatti.

Se avvengono dei franamenti l'Impresa dovrà eseguire a sue spese tutti i maggiori movimenti di materiali che saranno necessari.

Sarà a carico dell'Impresa la conservazione degli scoli sia pubblici che privati. Questi dovranno essere deviati eventualmente su tracciati provvisori e successivamente ripristinati previ accordi con le proprietà.

Quando nei vani degli scavi in trincea o in galleria si rinvencono tubi d'acqua, cavi e condutture di pubblici servizi, ecc. L'Appaltatore dovrà a sue spese e con la massima cura sospenderli con funi e travi sufficientemente resistenti, esercitando una sorveglianza continua per evitare fughe e rotture ed eseguendo tutte quelle opere per gli interventi ordinati dall'Ente proprietario.

Quando nella esecuzione degli scavi vi sia anche solo la possibilità di rinvenire cavi elettrici, l'Impresa dovrà vigilare a che gli operai adottino tutte le precauzioni per evitare danni e disgrazie.

Appena scoperti i cavi e le tubazioni farà avvertire gli Enti proprietari, uniformandosi ad eseguire tutte le opere e prescrizioni che venissero suggerite, il tutto a suo esclusivo carico e responsabilità.

Tutte le riparazioni che si rendessero necessarie per rotture di tubazioni o cavi, prodotte dagli operai o causate da incurie o inosservanza delle suddette norme saranno a carico dell'Impresa.

Senza che ciò dia diritto a pretendere delle maggiorazioni, i materiali scavati che, a giudizio della Direzione Lavori, possano essere utilizzati, ed in modo particolare quelli costituenti le cotiche erbose, il terreno di coltivo ed il misto per riempimento, dovranno essere depositati in cumuli distinti in base alla loro natura, se del caso eseguendo gli scavi a strati successivi, in modo da poter asportare tutti i materiali di interesse prima di approfondire le trincee.

Di norma il deposito sarà effettuato a lato di queste ultime in modo, tuttavia, da non ostacolare o rendere pericolosi il traffico e l'attività delle maestranze, adottando inoltre gli accorgimenti atti ad impedire l'allagamento degli scavi da parte delle acque superficiali, gli scoscendimenti dei materiali ed ogni altro eventuale danno, che, comunque, nel caso avesse a verificarsi, dovrà essere riparato a tutte cure e spese dell'Impresa.

Quando il deposito a lato delle trincee non fosse richiesto o, per qualsiasi motivo, possibile, il materiale di risulta dovrà, di norma, essere caricato su mezzi di trasporto



direttamente dalle macchine o dagli operai addetti allo scavo e sarà quindi avviato, senza deposito intermedio, ai reinterri.

Il materiale non idoneo al riutilizzo e quello eccedente verranno portati e sistemati in discarica; l'individuazione dei luoghi idonei ed autorizzati nonché il trasporto ed ogni altro onere sono a carico dell'Impresa.

Sarà completamente a carico dell'Impresa la predisposizione di opere per l'intercettazione delle acque piovane di ruscellamento o presenti in canali irrigui e per il loro allontanamento.

Gli esaurimenti dell'acqua che potrà trovarsi negli scavi per scarichi accidentali, pioggia, rottura di tubazioni, canali o fossi ed infine per qualsiasi causa od evento fortuito, saranno ad esclusivo carico e spese dell'Impresa.

Nessun compenso aggiuntivo sarà riconosciuto per franamenti o danni causati dall'acqua di falda o di infiltrazione a qualunque profondità essa venga ritrovata. Perciò in caso di necessità si dovrà provvedere all'eliminazione delle acque dal fondo della trincea intendendosi l'onere già compensato nel prezzo dello scavo.

Nel caso si dovesse provvedere all'aggettamento degli scavi o all'abbassamento artificiale della falda con pozzi drenati (tipo Well point), l'Impresa dovrà mantenere a disposizione i mezzi d'opera occorrenti.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere il numero delle pompe, le caratteristiche dimensionali, le località di impianto, l'inizio e la cessazione del funzionamento.

Per le opere di cui trattasi, sono a carico dell'Impresa le impalcature di sostegno e le opere di riparo dei meccanismi, le prescrizioni ed i materiali occorrenti all'impianto, esercizi, smontaggi - da un punto all'altro dei lavori - dei meccanismi stessi, nonché le linee di adduzione di energia elettrica e le relative cabine.

Il reinterro degli scavi dovrà essere eseguito in modo che i manufatti non siano assoggettati a spinte trasversali o di galleggiamento e, in particolare quando siano realizzati mediante elementi prefabbricati, non vengano provocati spostamenti.

Per conseguenza, malgrado ai reinterri si debba, di norma, provvedere utilizzando i materiali di risulta degli scavi, non potranno in alcun caso essere impiegati materiali, quali scorie o terreni gessosi od argillosi, che possano aggredire chimicamente le opere, ne voluminosi, quali terreni gelati od erbosi, o di natura organica, quali legno, torba o simili, che possano successivamente provocare sprofondamenti.

Qualora il materiale di risulta non possieda le necessarie caratteristiche, esso dovrà essere allontanato e dovrà essere impiegato materiale ritenuto idoneo. Qualora per l'esecuzione dei reinterri vengano utilizzati i materiali di risulta degli scavi, nelle operazioni di riutilizzo dovrà essere compresa l'eliminazione dei corpi estranei voluminosi, quali trovanti di roccia, massi, grosse pietre, ciottoli e simili, che potrebbero lesionare i manufatti durante i reinterri o, a costipamento avvenuto, determinare la concentrazione di carichi sui condotti.

La compattazione dovrà essere eseguita con appositi apparecchi contemporaneamente da ambo i lati del manufatto, ad evitare lo spostamento dei condotti.

Nel caso in cui, a giudizio della Direzione Lavori, i materiali scavati non presentino caratteristiche idonee si prevede il ricalzo ed il riempimento della fossa con materiale di caratteristiche conformi alla classificazione gruppo 1 UNI ENV 1046.

## 21.2 TUBAZIONI IN GENERE

Le prescrizioni di tutto questo articolo si applicano a tutte le tubazioni in generale.

Le tubazioni saranno realizzate mediante l'utilizzo di elementi prefabbricati in stabilimento secondo le specifiche normative di classificazione.

I criteri a cui devono uniformarsi il progetto, la costruzione ed il collaudo delle tubazioni sono quelli indicati nelle norme tecniche emanate con decreto 12/12/1985 del Ministro dei Lavori Pubblici, in base all'articolo 1 della Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (Norme tecniche relative alle tubazioni) e alle norme vigenti per ogni tipologia di manufatto utilizzato.

Tra queste, si ricordano:

- Decreto Legislativo n. 152/99, “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento”;
- Decreto Legislativo del 3 aprile 2006, n.152, “Norme in materia ambientale”;
- D.P.G.Reg. Piemonte 20 febbraio 2006, n.1/R, Regolamento regionale recante: “Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento a delle acque di lavaggio di aree esterne” (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 8);
- UNI EN 858-1/-2:2004 Norme per i separatori di acque reflue contenenti idrocarburi ad altri liquidi leggeri;
- UNI EN 13476:2008 Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE);
- UNI ENV 1046:2003 Sistemi di tubazioni e condotte di materia plastica - Sistemi di adduzione di acqua e scarichi fognari all'esterno dei fabbricati - Raccomandazioni per installazione interrata e fuori terra;
- UNI EN 1295-1:1999 Progetto strutturale di tubazioni interrate sottoposte a differenti condizioni di carico - Requisiti generali;
- UNI EN 1610:1999 Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura;
- UNI EN 1916:2004 Tubi e raccordi di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali;
- UNI EN 1917:2004 Pozzetti e camere di ispezione di calcestruzzo non armato, rinforzato con fibre di acciaio e con armature tradizionali.

A tale scopo, l'Impresa indicherà la Ditta fornitrice delle tubazioni, la quale dovrà dare libero accesso nella propria azienda agli incaricati dell'Amministrazione appaltante, perché questi possano verificare la rispondenza delle tubazioni alle prescrizioni di fornitura. Prima di ordinare i materiali l'Impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori le caratteristiche, eventuali illustrazioni e/o campioni dei materiali che intende fornire, inerenti i tubi, il tipo di giunzione, i pezzi speciali, le flangie ed eventuali giunti speciali.

In aggiunta a dette norme generali devono essere osservate le speciali prescrizioni specificate per le singole categorie di tubazioni nel presente Capitolato.

Le tubazioni preconfezionate pervenute in cantiere devono essere esenti da difetti di qualsiasi tipo riguardanti sia la struttura e le caratteristiche meccaniche della tubazione come pure la sua geometria.

La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di rifiutare i tubi che a suo insindacabile giudizio si presentassero comunque difettosi.

### **21.2.1 Ordinazione**

L'Appaltatore effettuerà l'ordinazione delle tubazioni entro il termine che potrà stabilire la Direzione dei Lavori e che sarà comunque tale, tenuto anche conto dei tempi di consegna, da consentire lo svolgimento dei lavori secondo il relativo programma e la loro ultimazione nel tempo utile contrattuale.

L'Appaltatore invierà alla Direzione dei Lavori, che ne darà subito comunicazione alla Stazione Appaltante, copia dell'ordinazione e della relativa conferma da parte della Ditta fornitrice, all'atto rispettivamente della trasmissione e del ricevimento.

L'ordinazione dovrà contenere la clausola seguente o equipollente.

"La Ditta fornitrice si obbliga a consentire, sia durante che al termine della lavorazione, libero accesso nella sua fabbrica alle persone all'uopo delegate dalla Stazione Appaltante appaltatrice dei lavori e ad eseguire i controlli e le verifiche che esse richiedessero, a cura e spese dell'Appaltatore, sulla corrispondenza della fornitura alle prescrizioni del contratto di appalto relativo ai lavori sopra indicati.

Si obbliga inoltre ad assistere, a richiesta ed a spese dell'Appaltatore, alle prove idrauliche interne delle tubazioni poste in opera".

L'unica fornitura o ciascuna delle singole parti in cui l'intera fornitura viene eseguita, sarà in ogni caso accompagnata dal relativo certificato di collaudo compilato dalla Ditta fornitrice, attestante la conformità della fornitura alle Norme vigenti e contenente la certificazione dell'avvenuto collaudo e l'indicazione dei valori ottenuti nelle singole prove.

I risultati delle prove di riferimento e di collaudo dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali effettuate in stabilimento a controllo della produzione, alle quali potranno presenziare sia l'Appaltatore e sia la Direzione dei Lavori od altro rappresentante della Stazione Appaltante e le quali comunque si svolgeranno sotto la piena ed esclusiva responsabilità della Ditta fornitrice, saranno valutati nel rispetto della normativa vigente.

### **21.2.2 Accettazione delle tubazioni - Marcatura**

All'esterno di ciascun tubo o pezzo speciale, in linea di massima dovranno essere apposte in modo indelebile e ben leggibili le seguenti marchiature:

- marchio del produttore;
- sigla del materiale;
- data di fabbricazione;
- diametro interno o nominale;
- pressione di esercizio;
- classe di resistenza allo schiacciamento (espressa in  $\text{kN/m}^2$ ), o carico minimo di rottura per schiacciamento (espressa in  $\text{kN/m}$ );
- normativa di riferimento e marchiatura CE.

La Stazione Appaltante ha la facoltà di effettuare sulle tubazioni fornite in cantiere - oltre che presso la fabbrica - controlli e verifiche ogni qualvolta lo riterrà necessario, secondo le prescrizioni di questo capitolato e le disposizioni della Direzione dei Lavori.

### ***21.2.3 Segnalazione delle condotte***

Prima del completamento del rinterro, nei tratti previsti dal progetto, dovrà essere stesa apposito nastro di segnalazione indicante la presenza della condotta sottostante.

Il nastro dovrà essere steso ad una distanza minima di 30 cm dalla generatrice superiore del tubo; la distanza tra il nastro e la generatrice superiore del tubo dovrà essere stabilita, d'accordo con la D.L., in maniera da consentire l'interruzione tempestiva di eventuali successivi lavori di scavo prima che la condotta possa essere danneggiata.

## **21.3 POSA DELLE CONDOTTE IN GENERE**

### ***21.3.1 Generalità***

Nella costruzione delle condotte costituenti l'opera oggetto del presente appalto, saranno osservate le vigenti Norme tecniche nazionali e/o sovranazionali.

Le prescrizioni di tutto l'art. si applicano a tutte le tubazioni in generale; si applicano anche ad ogni tipo delle tubazioni di cui agli articoli seguenti di questo capitolo, tranne per quanto sia incompatibile con le specifiche norme per esse indicate.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

### ***21.3.2 Movimentazione delle tubazioni***

#### ***21.3.2.1 Carico, trasporto e scarico***

Il carico, il trasporto con qualsiasi mezzo (ferrovia, nave, automezzo), lo scarico e tutte le manovre in genere, dovranno essere eseguiti con la maggiore cura possibile adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere ai materiali costituenti le tubazioni stesse ed al loro eventuale rivestimento.

Pertanto si dovranno evitare urti, inflessioni e sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano comunque provocare deterioramento o deformazione dei tubi. Nel cantiere dovrà predisporre quanto occorra (mezzi idonei e piani di appoggio) per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare.

#### ***21.3.2.2 Accatastamento e deposito***

L'accatastamento dovrà essere effettuato disponendo i tubi a cataste in piazzole opportunamente dislocate lungo il tracciato su un'area piana e stabile protetta al fine di

evitare pericoli di incendio, riparate dai raggi solari nel caso di tubi soggetti a deformazioni o deterioramenti determinati da sensibili variazioni termiche.

La base delle cataste dovrà poggiare su tavole opportunamente distanziate o su predisposto letto di appoggio.

L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai materiali ed ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni di base e per consentire un agevole prelievo.

I tubi accatastati dovranno essere bloccati con cunei onde evitare improvvisi rotolamenti; provvedimenti di protezione dovranno, in ogni caso, essere adottati per evitare che le testate dei tubi possano subire danneggiamenti di sorta.

Per tubi deformabili le estremità saranno rinforzate con crociere provvisionali.

I giunti, le guarnizioni, le bullonerie ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere depositati, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con olii o grassi e non sottoposti a carichi.

Le guarnizioni in gomma devono essere immagazzinate in locali freschi ed in ogni caso riparate dalle radiazioni ultraviolette e da ozono. Saranno conservate nelle condizioni originali di forma, evitando cioè la piegatura ed ogni altro tipo di deformazione.

Non potranno essere impiegate guarnizioni che abbiano subito, prima della posa, un immagazzinamento superiore a 36 mesi.

### ***21.3.3 Scavo per la tubazione***

#### ***21.3.3.1 Apertura della pista***

Per la posa in opera della tubazione l'Appaltatore dovrà anzitutto provvedere all'apertura della pista di transito che occorra per consentire il passaggio, lungo il tracciato, dei mezzi necessari alla installazione della condotta.

A tal fine sarà spianato il terreno e, là dove la condotta dovrà attraversare zone montuose con tratti a mezza costa, sarà eseguito il necessario sbancamento; in alcuni casi potranno anche doversi costruire strade di accesso. L'entità e le caratteristiche di dette opere provvisorie varieranno in funzione del diametro e del tipo di tubazioni nonché della natura e delle condizioni del terreno.

#### ***21.3.3.2 Scavo e nicchie***

Nello scavo per la posa della condotta si procederà di regola da valle verso monte ai fini dello scolo naturale delle acque che si immettono nei cavi.

Lo scavo sarà di norma eseguito a pareti verticali con una larghezza eguale almeno a DN + 50 cm (dove DN è il diametro nominale della tubazione, in centimetri), con un minimo di 60 cm per profondità sino a 1,50 m e di 80 cm per profondità maggiori di 1,50 m.

Quando la natura del terreno lo richieda potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori uno scavo a sezione trapezia con una determinata pendenza della scarpa, ma con il fondo avente sempre la larghezza sopra indicata, a salvaguardia dell'incolumità degli operai.

Il terreno di risulta dallo scavo sarà accumulato dalla parte opposta - rispetto alla trincea - a quella in cui sono stati o saranno sfilati i tubi, allo scopo di non intralciare il successivo calo dei tubi stessi.

Le pareti della trincea finita non devono presentare sporgenze di blocchi o massi o di radici.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa della tubazione in modo da evitare gibbosità ed avvallamenti e consentire l'appoggio uniforme dei tubi per tutta la loro lunghezza.

Questa regolarizzazione del fondo potrà ottenersi con semplice spianamento se il terreno è sciolto o disponendo uno strato di terra o sabbia ben costipata se il terreno è roccioso.

Le profondità di posa dei tubi sono indicate sui profili longitudinali delle condotte mediante "livellette" determinate in sede di progetto oppure prescritte dalla Direzione dei Lavori.

Saranno predisposte, alle prevedibili distanze dei giunti, opportune nicchie, sufficienti per potere eseguire regolarmente nello scavo tutte le operazioni relative alla formazione dei giunti.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per la costruzione delle condotte, saranno ad esclusivo carico dell'Appaltatore tutti gli oneri per armature, esaurimenti di acqua, sgombero del materiale eventualmente franato e la perfetta manutenzione del cavo, indipendentemente dal tempo trascorso dall'apertura dello stesso e dagli eventi meteorici verificatisi, ancorchè eccezionali.

L'avanzamento degli scavi dovrà essere adeguato all'effettivo avanzamento della fornitura dei tubi; pertanto, gli scavi per posa condotte potranno essere sospesi a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori qualora la costruzione della condotta già iniziata non venga sollecitamente completata in ogni sua fase, compresa la prova idraulica ed il rinterro.

#### ***21.3.4 Posa della tubazione***

##### ***21.3.4.1 Sfilamento tubi***

Col termine "sfilamento" si definiscono le operazioni di trasporto dei tubi in cantiere, dalla catasta a piè d'opera lungo il tracciato, ed il loro deposito ai margini della trincea di scavo.

In genere converrà effettuare lo sfilamento prima dell'apertura dello scavo sia per consentire un migliore accesso dei mezzi di trasporto e movimentazione sia per una più conveniente organizzazione della posa.

I tubi prelevati dalle cataste predisposte verranno sfilati lungo l'asse previsto per la condotta, allineati con le testate vicine l'una all'altra, sempre adottando tutte le precauzioni necessarie (con criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto) per evitare danni ai tubi ed al loro rivestimento.

I tubi saranno depositati lungo il tracciato sul ciglio dello scavo, dalla parte opposta a quella in cui si trova o si prevede di mettere la terra scavata, ponendo i bicchieri nella direzione prevista per il montaggio e curando che i tubi stessi siano in equilibrio stabile per tutto il periodo di permanenza costruttiva.

#### **21.3.4.2 Posa in opera dei tubi**

Prima della posa in opera i tubi, i giunti ed i pezzi speciali dovranno essere accuratamente controllati, con particolare riguardo alle estremità ed all'eventuale rivestimento, per accertare che nel trasporto o nelle operazioni di carico e scarico non siano stati danneggiati; quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti. Nel caso in cui il danneggiamento abbia interessato l'eventuale rivestimento si dovrà procedere al suo ripristino.

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilevato o su appoggi, si dovranno adottare gli stessi criteri usati per le operazioni precedenti (di trasporto, ecc.) con l'impiego di mezzi adatti a seconda del tipo e del diametro, onde evitare il deterioramento dei tubi ed in particolare delle testate e degli eventuali rivestimenti protettivi.

Nell'operazione di posa dovrà evitarsi che nell'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna; le estremità di ogni tratto di condotta in corso d'impianto devono essere comunque chiuse con tappo di legno, restando vietato effettuare tali chiusure in modo diverso.

La posa in opera dovrà essere effettuata da personale specializzato.

I tubi con giunto a bicchiere saranno di norma collocati procedendo dal basso verso l'alto e con bicchieri rivolti verso l'alto per facilitare l'esecuzione delle giunzioni. Per tali tubi, le due estremità verranno pulite con una spazzola di acciaio ed un pennello, eliminando eventuali grumi di vernice ed ogni traccia di terra o altro materiale estraneo.

La posa in opera dei tubi sarà effettuata sul fondo del cavo spianato e livellato, eliminando ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Il letto di posa consisterà, nei casi in cui è prescritto dalla Direzione dei Lavori per costituire un supporto continuo della tubazione, in uno strato, disteso sul fondo dello scavo, di materiale incoerente - come sabbia o terra non argillosa sciolta e vagliata e che non contenga pietruzze - di spessore non inferiore a 10 cm misurati sotto la generatrice del tubo che vi verrà posato. Per le tubazioni rigide in cls è preferibile una sella di posa in conglomerato cementizio.

Se i tubi vanno appoggiati su un terreno roccioso e non è possibile togliere tutte le asperità, lo spessore del letto di posa dovrà essere convenientemente aumentato.

In nessun caso si dovrà regolarizzare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui.

Il piano di posa - che verrà livellato con appositi traguardi in funzione delle "livellette" di scavo (apponendo e quotando dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi, in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi 15 metri) dovrà garantire una assoluta continuità di appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si dovranno adottare particolari provvedimenti quali: impiego di giunti adeguati, trattamenti speciali del fondo della trincea o, se occorre, appoggi discontinui stabili, quali selle o mensole.

In quest'ultimo caso la discontinuità di contatto tra tubo e selle sarà assicurata dall'interposizione di materiale idoneo.

Per i tubi costituiti da materiali plastici dovrà prestarsi particolare cura ed attenzione quando le manovre di cui al precedente paragrafo "Movimentazione delle tubazioni" ed a questo dovessero effettuarsi a temperature inferiori a 0 °C, per evitare danneggiamenti.

I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati così da ripristinare la completa integrità, ovvero saranno definitivamente scartati e sostituiti.

Ogni tratto di condotta posata non deve presentare contropendenze in corrispondenza di punti ove non siano previsti organi di scarico e di sfiato.

La posizione esatta in cui devono essere posti i raccordi o pezzi speciali e le apparecchiature idrauliche deve essere riconosciuta o approvata dalla Direzione dei Lavori. Quindi resta determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua, la quale deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture.

E' vietato l'impiego di spezzoni di tubo non strettamente necessari.

Durante l'esecuzione dei lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi con le necessarie cautele durante i lavori e con adeguata sorveglianza nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane e si eviterà parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito senza comunque interessare i giunti, che, verificandosi nonostante ogni precauzione la inondazione dei cavi, le condotte che siano vuote e chiuse agli estremi possano essere sollevate dalle acque.

Ogni danno di qualsiasi entità che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

#### ***21.3.4.3 Giunzione dei tubi***

Verificata pendenza ed allineamento si procederà alla giunzione dei tubi, che dovrà essere effettuata da personale specializzato.

Le estremità dei tubi e dei pezzi speciali da giuntare e le eventuali guarnizioni dovranno essere perfettamente pulite.

La giunzione dovrà garantire la continuità idraulica e il comportamento statico previsto in progetto e dovrà essere realizzata in maniera conforme alle norme di esecuzione dipendenti dal tipo di tubo e giunto impiegati nonché dalla pressione di esercizio.

A garanzia della perfetta realizzazione dei giunti dovranno, di norma, essere predisposti dei controlli sistematici con modalità esecutive specificatamente riferite al tipo di giunto ed al tubo impiegato.



## **21.4 PROVA IDRAULICA DELLA CONDOTTA**

Al termine dell'installazione e prima della messa in servizio dell'impianto e sempre opportuno effettuare il collaudo della tubazione, secondo la norma UNI EN 1610 e come del resto imposto dal D.M. 12/12/85.

Alle prove la Direzione dei Lavori potrà richiedere l'assistenza della ditta fornitrice dei tubi.

La sostituzione dei tubi che risultassero rotti o si rompessero durante le prove è a totale carico dell'Appaltatore, sia per quanto riguarda la fornitura del materiale che per la manodopera e l'attrezzatura occorrenti.

Dopo il risultato favorevole delle prove, per le quali la Direzione dei Lavori redigerà "verbale di prova idraulica", verrà completato il rinterro.

## **21.5 RINTERRO**

### ***21.5.1 Rinfiacco e rinterro parziale (cavallottamento)***

Al termine delle operazioni di giunzione relative a ciascun tratto di condotta ed eseguiti gli ancoraggi, si procederà di norma al rinfiacco ed al rinterro parziale dei tubi - per circa 2/3 della lunghezza di ogni tubo, con un cumulo di terra (cavallotto) - sino a raggiungere un opportuno spessore sulla generatrice superiore, lasciando completamente scoperti i giunti.

Modalità particolari dovranno essere seguite nel caso di pericolo di galleggiamento dei tubi o in tutti quei casi in cui lo richieda la stabilità dei cavi.

Il rinterro verrà effettuato con materiale proveniente dagli scavi, selezionato (privo di sassi, radici, corpi estranei, almeno fino a circa 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo) o, se non idoneo, con materiale proveniente da cava di prestito, con le precauzioni di cui al paragrafo "Posa della Tubazione" su sfilamento tubi.

Il materiale dovrà essere disposto nella trincea in modo uniforme, in strati di spessore massimo 20-30 cm, abbondantemente innaffiato e accuratamente costipato sotto e lateralmente al tubo, per ottenere un buon appoggio esente da vuoti e per impedire i cedimenti e gli spostamenti laterali. Per i tubi di grande diametro di tipo flessibile, dovrà essere effettuato in forma sistematica il controllo dello stato di compattazione raggiunto dal materiale di rinterro, secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Saranno in ogni caso osservate le normative UNI nonché le indicazioni del costruttore del tubo.

### ***21.5.2 Rinterro e semichiusura del cavo***

Eseguita la prima prova a giunti scoperti si procederà al rinterro dei tratti di condotta ancora scoperti, con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto, ed al rinterro completo di tutta la condotta del tronco sino a circa 80 cm sulla generatrice superiore della tubazione, impiegando materiali idonei disposti per strati successivi, spianati ed accuratamente compattati dopo avere eliminato le pietre di maggiori dimensioni.

### **21.5.3 Rinterro definitivo**

Eseguita la prova idraulica si completerà il rinterro con le modalità ed i materiali stabiliti nel precedente punto.

A rinterro ultimato, nei tronchi fuori strada verranno effettuati gli opportuni ricarichi atti a consentire il ripristino del livello del piano di campagna - quale dovrà risultare all'atto del collaudo - dopo il naturale assestamento del rinterro.

Nei tronchi sotto strada si avrà cura di costipare il rinterro, procedendo alle necessarie innaffiature fino al livello del piano di posa della massicciata stradale, raggiungendo un grado di compattazione e di assestamento del rinterro tale per cui, una volta che sia stato effettuato il ripristino della struttura stradale, il piano di calpestio di questa non subisca col tempo e per effetto del traffico anche "pesante" alcuna modifica rispetto all'assetto altimetrico preesistente alle operazioni di posa. Nel caso in cui dovessero verificarsi cedimenti, l'Appaltatore, a sua cura e spese, dovrà procedere alle opportune ed ulteriori opere di compattazione ed al ripristino della struttura stradale (massicciata, binder, strato di usura), fino all'ottenimento della condizione di stabilità.

### **21.6 SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DAI VIADOTTI**

Lo smaltimento delle acque piovane deve effettuarsi in modo da non arrecare danni a pregiudizio all'opera stessa, alla sicurezza del traffico nonchè ad eventuali opere ed esercizi sottostanti.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche deve essere tale da evitare ristagni sulla sede stradale.

I vari bocchettoni, cui resta affidata la funzione di evacuazione di cui sopra, devono essere disposti in numero ed in posizioni dipendenti dalla geometria planoaltimetrica della sede stradale e, di regola, devono presentare sezione libera di deflusso di almeno 75 cm<sup>2</sup>: si adottano bocchettoni DN150 in acciaio inox, a interdistanza reciproca pari a circa 10 m.

Ogni bocchettone deve essere costituito da una parte tubolare eduttiva saldata ad una piastra metallica in piombo direttamente poggiata sull'estradosso del rustico del piano viario, al di sopra del quale è distesa la pavimentazione stradale. I bocchettoni terminali di ogni campata vanno collocati a distanza tale da minimizzare il quantitativo di liquidi che può interessare i giunti; si consiglia una distanza inferiore al metro.

Le vasche di raccolta sono anch'esse in acciaio inox, forate e coperte mediante griglia in ghisa rispondente alla norma UNI EN 124 (classe D400).

Nel caso in esame, in cui le acque di eduazione possono produrre danni e inconvenienti, è prescritto che esse siano intubate fino a terra ed immerse in un sistema fognante.

Nelle strutture a cassone devono praticarsi dei fori di evacuazione di eventuali acque di infiltrazione nei punti di possibile accumulo, verso i quali devono essere indirizzate le pendenze interne delle strutture. Si devono dotare tali fori di tubi di evacuazione e di gocciolatoi, al fine di evitare scoli di acque sul manufatto.

Sotto impalcato sono previste canalette a U a sezione rettangolare in acciaio inox, recapitanti in imbuto da cui si originano i pluviali, anch'essi in acciaio inox, che scendono lungo le pile. L'imbuto dovrà avere diametro tale da consentire la possibilità di scarico nel

pluviale qualunque sia lo stato di dilatazione dell'impalcato a cui le canalette sono vincolate.

Dati i prevedibili problemi di dilatazione termica propri delle canalette e dei pluviali ma anche della struttura a cui sono collegate, occorrono dispositivi che consentano sia la possibilità di movimento sia l'ancoraggio alla struttura.

## **21.7 TUBAZIONI IN PEAD**

Si prevede l'utilizzo di tubi a parete strutturata per fognature e scarichi interrati non in pressione, con sistema di giunzione mediante bicchiere e guarnizione elastomerica.

La morfologia dello strato interno, liscio, determina, con le sue caratteristiche fisiche e geometriche, le performances idrauliche del sistema idraulico.

Lo strato esterno è invece deputato a fornire al sistema le proprietà strutturali. Dunque, lo spessore dello strato esterno, pur non essendo fissato a livello normativo da alcun limite minimo, deve essere tale da garantire la rigidità circonferenziale SN prevista (minimo SN4) e dichiarata sulla marcatura del tubo. Indicazioni sulla posa in opera si possono trovare sugli elaborati grafici e nella relazione idraulica, nonché nel seguito. Qualora le indicazioni successive fossero in contrasto con gli elaborati progettuali, prendere questi ultimi come riferimento, o i valori più cautelativi che risultassero contrastanti.

## **21.8 MESSA IN OPERA DELLE CONDOTTE IN PEAD**

### ***21.8.1 Trasporto ed accettazione dei tubi***

Formato e packaging dei tubi:

I tubi possono essere forniti in barre, singoli o in pallets, a seconda delle condizioni di consegna convenute tra fornitore e cliente.

Per il trasporto:

- utilizzare veicoli idonei, dotati di fondi piatti che non presentino asperità o altri oggetti che possano danneggiare i tubi;
- assicurarsi che i tubi siano ben disposti ed ancorati al veicolo;
- effettuare il caricamento sul veicolo sfalsando eventualmente i tubi con bicchiere per evitare schiacciamento di questi ultimi;
- disporre i tubi con i diametri più grandi in basso, quelli con i diametri più piccoli sopra.

Per l'accettazione:

verificare sempre in fase di scarico la conformità della fornitura alle specifiche di acquisto e/o norme di riferimento, con particolare riferimento a:

- indicazioni presenti sulla marcatura del tubo;
- difetti macroscopici di carattere geometrico e/o visivo (presenti di abrasioni, controllo dello stato delle superfici);
- verifica della funzionalità degli elementi di giunzione.

### ***21.8.2 Scarico ed immagazzinamento in cantiere***

#### Generalità:

Il carico, il trasporto, lo scarico e tutte le manovre connesse devono essere eseguite con la maggiore cura possibile, adoperando mezzi idonei a seconda del tipo e del diametro dei tubi ed adottando tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare rotture, incrinature, lesioni o danneggiamenti in genere, oltre che l'incolumità e la sicurezza degli operatori. Si devono evitare urti, inflessioni o sporgenze eccessive, strisciamenti, contatti con corpi che possano provocare danneggiamenti o deformazioni dei tubi.

Nei cantieri si devono predisporre quando occorra mezzi idonei e piani d'appoggio per ricevere i tubi, i pezzi speciali e gli accessori da installare. Lo scarico deve avvenire o direttamente con l'intero bancale o singolarmente in base alle modalità di trasporto.

Occorre evitare l'uso di ganci alle estremità.

È consigliabile sempre l'uso di fasce in materiale non abrasivo o di funi in canapa.

#### Accatastamento:

L'accatastamento deve essere eseguito disponendo i tubi su un'area piana, stabile, protetta e riparata al fine di evitare pericoli d'incendio e dai raggi solari per evitare sensibili variazioni termiche. La base delle cataste deve poggiare su tavole opportunamente distanziate o su un letto d'appoggio. L'altezza sarà contenuta entro i limiti adeguati ai diametri, per evitare deformazioni nelle tubazioni alla base e per consentire un agevole prelievo. In ogni caso provvedimenti di protezione devono essere adottati per evitare che le testate dei tubi subiscano danneggiamenti. Disporre i tubi nella pila avendo cura di alternare nell'orientamento tubi con bicchiere in un senso e nel senso opposto. Per tubi di grosse dimensioni, separare ogni strato con dei listelli in materiale non abrasivo, (quale per esempio, legno), con dei fermi alle estremità per evitare il rotolamento dei tubi. I giunti, le guarnizioni ed i materiali in genere, se deteriorabili, dovranno essere posti, fino al momento del loro impiego, in spazi chiusi. Essi devono stare entro contenitori protetti dai raggi solari o da sorgenti di calore, dal contatto con oli o grassi e non sottoposti a carichi. Nel caso che i tubi dovessero essere sfilati lungo il tracciato seguendo i criteri analoghi a quelli indicati per lo scarico ed il trasporto, si deve evitare qualsiasi manovra di strisciamento. Nel depositare i tubi sul ciglio dello scavo, è necessario assicurarsi che gli stessi siano in equilibrio stabile.

### ***21.8.3 Preparazione della trincea***

#### Morfologia e prescrizioni generali:

è da preferire, laddove possibile, l'adozione di "trincea stretta" così come definita dalla letteratura tecnica del settore. Le pareti devono essere le più possibili verticali, almeno in tale zona, ed eventualmente stabilizzate con sbadacchiature o palancole, per la protezione del personale che lavora nello scavo. Nel caso di terrapieno o trincea larga, sarebbe opportuno predisporre una zona di contrasto al materiale di copertura in modo da riportarsi verso la situazione di trincea stretta. Le palancole devono essere spostate subito dopo il reinterro parziale e prima delle operazioni di costipamento.

A seconda dei diametri utilizzati per i tubi, le sezioni di scavo aumentano per consentire un corretto alloggiamento degli stessi.

Dove necessario (ad esempio, in caso di presenza di lenti di materiale particolarmente incoerente), occorre supportare le pareti della trincea con puntelli, lastre, palizzate, sostegni o altre tipologie di supporti atti a proteggere qualsiasi persona nella trincea; le casserature andranno tolte man mano che si procede con la posa e compattazione per strati, in quanto una loro rimozione in seguito alla realizzazione del riempimento attorno alla tubazione provocherebbe la formazione di spazi vuoti con conseguenti assestamenti nel lungo periodo.

Prendere precauzioni per prevenire sia la caduta di oggetti nella trincea sia un suo eventuale collasso a causa della posizione o movimentazione di macchinari, materiali di scavo o attrezzature adiacenti.

#### Larghezza della trincea:

La larghezza della trincea è naturalmente funzione del tipo di installazione, del diametro del tubo e delle condizioni del suolo nativo; dal punto di vista tecnico, è auspicabile avere, ai fini di una buona compattazione, una trincea il più possibile stretta, fermo restando le seguenti considerazioni:

- garanzie di sicurezza e di incolumità per chi opera all'interno della trincea, specialmente in caso di terreni friabili;
- pericolo di collasso del terreno in caso di mezzi pesanti che lavorano in prossimità della trincea;
- laddove vengano posati più tubi nella stessa trincea, occorrerà prevedere la realizzazione di un dislivello tra i letti di posa di queste ultime; dovrà inoltre essere rispettata una distanza minima tra le tubazioni pari a 0,35 m per  $DN \leq 700$ , 0,50 m per  $DN > 700$ .

#### Profondità della trincea:

La profondità della trincea è funzione della configurazione della linea, del tipo di servizio, delle proprietà e dimensioni del tubo, delle condizioni locali (suolo, carichi statici e dinamici); per traffico stradale la profondità minima non dovrebbe essere inferiore a 600 mm.

Particolare attenzione deve essere posta in condizioni climatiche estreme, garantendo una profondità tale da proteggere la tubazione da rischi di congelamento.

Il fondo della trincea deve essere continuo, uniforme e libero da particelle grossolane.

Esso deve essere inoltre drenato da acque di falda o piovane.

#### **21.8.4 Preparazione del letto di posa**

Dopo che i tubi, i giunti ed i pezzi speciali sono stati accuratamente controllati e quelli che dovessero risultare danneggiati, in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera, eliminati e sostituiti, si procederà alla messa in opera. In primo luogo si verificherà che il letto sia spianato e livellato eliminando ogni asperità che possa danneggiare i tubi. Ove si renda necessario costituire il letto di posa o impiegare per il

primo rinterro materiali diversi da quelli provenienti dallo scavo, e necessario accertare la possibile esistenza di materiali capaci di danneggiare il tubo durante la posa.

In nessun caso è consentito regolare la posizione dei tubi nella trincea utilizzando pietre o mattoni od altri appoggi discontinui. Il piano di posa deve garantire un'assoluta continuità d'appoggio e, nei tratti in cui si temano assestamenti, si devono adottare particolari provvedimenti quali l'impiego di giunti adeguati o trattamenti speciali del fondo della trincea. I tubi che nell'operazione di posa avessero subito danneggiamenti dovranno essere riparati o meglio sostituiti secondo la gravità del danneggiamento. Ogni qualvolta si posa e si collega una barra, deve essere verificata la pendenza e l'allineamento. Nel caso che il fondo scavo si presenti con materiale soffice e senza detriti duri o sassi, il tubo può essere installato direttamente sul fondo scavo, purché la livellata sia corretta. In genere, questa condizione si verifica raramente ed è sconsigliata. È opportuno realizzare un letto di sabbia o ghiaia di piccola pezzatura, mai materiale che presenti spigoli vivi, con uno spessore di almeno 10 cm evitando così che la sommità della costola vada a poggiare sul terreno di scavo. La UNIEN 1610 prevede che le dimensioni massime delle particelle per il letto di posa siano:

- 22 mm per  $DN \leq 200$
- 40 mm per  $200 \leq DN \leq 630$

Per il sollevamento e la posa dei tubi in scavo, in rilievo o su appoggi, si devono adottare le stesse modalità usate per le operazioni precedenti, tenendo presente di non danneggiare le superfici dei tubi, impiegando mezzi adatti secondo il diametro. Nell'operazione di posa si dovrà evitare che, all'interno delle condotte, penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna.

#### Posa in presenza di acqua di falda:

Come chiaramente intuibile, i tubi strutturati in PE presentano una spinta che ne determina il galleggiamento una volta immerso in acqua.

Uno dei problemi che si verificano più frequentemente in tale situazione è dato dalla perdita di allineamento delle tubazioni, causata dall'inflessione delle tubazioni soggette alle spinte (non costanti) di galleggiamento. Succede infatti che tubazioni posate con allineamento iniziale perfetto subiscano dei disallineamenti in uso. Pur essendo i sistemi di giunzione delle tubazioni testati in laboratorio a condizioni piuttosto onerose, tale situazione costituisce in genere una situazione potenzialmente critica per tutte le tubazioni fognarie, specialmente se ad essa si associano deformazioni locali o diminuzioni del valore di SPD (causate da dilavamento del materiale di rivestimento da parte dell'acqua di falda) oppure condizioni di pressione (negativa) permanente causate dal battente idrostatico dell'acqua di falda. Il sistema di giunzione va preferibilmente dotato di un bicchiere con elevata lunghezza di inserimento, che permette l'applicazione di una doppia guarnizione per ogni giunto. Tale accorgimento, assolutamente consigliato nelle sopraccitate condizioni, determina una maggiore rigidità del sistema di giunzione prevenendo possibili deformazioni; offre inoltre maggiore stabilità contro disallineamenti, offrendo al contempo una tenuta maggiormente garantita.

Va anticipato che il riempimento, anche con materiale arido, tende a sollevare il tubo. È quindi necessaria una particolare attenzione in questa fase del lavoro. La posa in presenza d'acqua di falda deve essere eseguita in condizioni di fondo scavo asciutto, per assicurare la creazione del letto di posa e la corretta assegnazione della pendenza. È necessario

l'impiego di sistemi di well-point per estrarre l'acqua in esubero e permettere la posa nelle condizioni sopra citate. Il riempimento deve impedire fenomeni di galleggiamento o di collasso delle pareti.

La granulometria del materiale di ripiena deve infine essere tale da prevenire una migrazione delle particelle verso il terreno adiacente o viceversa.

La migrazione può essere prevenuta ponendo del tessuto da filtro appropriato (membrana geotessile).

### ***21.8.5 Collegamento delle tubazioni***

#### Generalità:

La giunzione dei tubi deve garantire la continuità idraulica ed il comportamento statico previsto da progetto e deve essere realizzata conformemente alle normative di esecuzione.

Si invita il cliente a leggere l'istruzione operativa e seguire fedelmente le istruzioni in essa riportate per un corretto collegamento dei tubi.

Data la leggerezza della tubazione, l'esecuzione delle giunzioni fuori scavo per tratti lineari di lunghezza anche elevata si presenta come il sistema più interessante, tuttavia le fognature in genere sono interrotte da derivazioni e pozzetti, per cui la realizzazione fuori scavo va esaminata come una possibilità e non come uno standard. In sede di posa particolare attenzione va posta alle eventuali dilatazioni, anche se l'allungamento del tubo corrugato è nettamente inferiore (circa il 50%) a quello dei tubi a parete piena.

Nel caso di collegamento con manicotti, potrebbero teoricamente presentarsi fenomeni di sfilamento.

Occorre avere in questo caso l'avvertenza di bloccare con un riempimento parziale il tubo ogni 30/40 m e, previo controllo degli eventuali movimenti, completare il riempimento dello scavo nelle ore più fresche della giornata. E comunque da tenere presente che, una volta effettuato correttamente il riempimento, non sono prevedibili spostamenti in senso longitudinale in quanto il terreno compattato attorno alle costole si oppone a qualsiasi effetto della dilatazione.

#### Collegamento mediante bicchiere

Il bicchiere presenta una svasatura all'imbocco per agevolare l'inserimento del codolo ed impedire eventuali danneggiamenti alla guarnizione in tale fase.

La guarnizione risponde inoltre alle prescrizioni della normativa di riferimento EN 681-1.

La forma e posizione della guarnizione e la lunghezza del bicchiere devono garantire che in fase di infilaggio la guarnizione non venga danneggiata né si possa verificare una deviazione angolare tale da causare deformazioni differenziate e quindi perdite.

Descrizione delle fasi:

- controllare preventivamente lo stato del tubo;
- pulire accuratamente la zona compresa tra la prima e la seconda corrugazione del codolo (estremità) del tubo, liberandolo da sporco o incrostazioni eventualmente presenti a causa dello stoccaggio;

- inserire la guarnizione elastomerica, servendosi di scivolanti per agevolare il posizionamento. Fare attenzione al verso di montaggio della guarnizione.
- Assicurarsi che la guarnizione non sia attorcigliata.
- Posizionare la guarnizione in modo corretto.
- procedere all'inserimento del tubo nel bicchiere, servendosi eventualmente di attuatori meccanici/idraulici.
- durante la fase di inserimento, effettuare una spinta assiale mantenendo la coassialità dei tubi da giuntare, prestando particolare attenzione a non sollecitare radialmente la giunzione. Controllare ed eventualmente correggere a posteriori ogni eventuale difetto di allineamento tra i due tubi giuntati.

### Collegamento mediante manicotti

Il sistema di collegamento mediante manicotti, seppure meno consigliato, può costituire un valido sistema nel caso di giunzioni di tubi a misura o, più in generale, a misura di barre senza bicchiere.

L'elemento geometrico determinante è il diametro interno che deve essere congruente con il diametro esterno della tubazione; sono indicati nella norma i diametri e la tolleranza per i manicotti destinati sia ai tubi con normalizzazione sul diametro esterno che a quelli con normalizzazione sul diametro interno.

### Collegamento mediante saldatura

Sulle tubazioni corrugate, essendo in genere queste realizzate in materiale termoplastico, è possibile effettuare operazioni di saldatura.

Tali operazioni possono essere eseguite per la giunzione dei tubi tra di loro (saldature testa-testa) oppure mediante materiale di apporto per la realizzazione di connessioni in opera.

Generalmente si evita di eseguire saldature testa-testa per la loro difficoltà nell'esecuzione e per l'esiguità degli spessori in gioco, privilegiando invece saldature con materiale di apporto. In quest'ultimo caso, si esegue il collegamento tra tubo e bicchiere e successivamente si realizza un cordolo di saldatura sulla superficie esterna tra bicchiere e tubo.

Laddove le condizioni lo prevedano, è possibile effettuare la saldatura con materiale di apporto applicando un cordone di saldatura sulla superficie interna dei tubi, nell'interstizio tra un tubo e l'altro. Nel seguire tale operazione, occorrerà seguire tutte le precauzioni previste per la tipologia di operazione, in particolare:

- dovrà essere prevista una accurata pulizia delle superfici da saldare;
- dovrà essere abraso un sottile strato superficiale per evitare la presenza di materiale ossidato, facendo attenzione a non danneggiare le superfici;
- Si dovrà fare attenzione alla compatibilità del materiale di apporto con quello dei tubi.
- In fase di saldatura, si dovrà evitare che l'eccessivo calore possa deformare o perforare le superfici interessate, compromettendo la rigidità o la tenuta idraulica.



### **21.8.6 Riempimento dello scavo**

Il riempimento dello scavo costituisce un'operazione delicata ed importante nell'installazione di tutti i tubi da fognatura.

Tenuto conto che il tubo, dilatandosi in funzione della temperatura del terreno, assume delle tensioni se bloccato alle estremità prima del riempimento, si dovrà procedere come segue:

- il riempimento (almeno per i primi 50 cm sopra il tubo) dovrà essere eseguito su tutta la condotta, nelle medesime condizioni di temperatura esterna; esso sarà di norma eseguito nelle ore meno calde della giornata;

- si procederà, sempre a zone di 20-30 m avanzando in una sola direzione e possibilmente in salita: si lavorerà su tre tratte consecutive e si eseguirà contemporaneamente il ricoprimento fino a quota 50 cm sul tubo in una zona, il ricoprimento fino a 15 ÷ 20 cm sul tubo nella zona adiacente e la posa della sabbia intorno al tubo nella tratta più avanzata;
- si potrà procedere a lavoro finito su tratte più lunghe solo in condizioni di temperatura più o meno costante.

Per consentire che il tubo si assesti assumendo la temperatura del terreno, una delle estremità della tratta di condotta dovrà essere mantenuta libera di muoversi e l'attacco ai pezzi speciali e all'altra estremità della condotta dovrà essere eseguito dopo che il ricoprimento è stato portato a 5 ÷ 6 m dal pezzo stesso da collegare.

Un riempimento senza adeguata compattazione influisce negativamente sia sui tubi rigidi sia sui tubi flessibili. La fase di rivestimento e di riempimento dello scavo prevede le seguenti fasi:

#### A. Scelta dei materiali di rivestimento:

- usare per rivestimento materiali granulari di categorie 1 o 2;
- nel caso di utilizzo di materiale importato, si scelga materiale arido a bassa granulometria, ben vagliato, con dimensione massima delle particelle comunque inferiore a 40 mm;
- nel caso di utilizzo di materiale nativo, esso dovrà rispondere ai seguenti requisiti:
  - dimensione massima delle particelle come sopra;
  - assenza di materiale congelato;
  - assenza di detriti (asfalto, bottiglie, lattine, rami, etc.).

#### B. Spessore dello strato di primo riempimento:

Lo spessore dello strato di primo riempimento  $c$  deve essere almeno pari a 150 mm sopra il tubo e 100 mm sopra la giunzione. Per una compattazione accurata si consiglia di procedere con la costipazione (che deve essere effettuata prestando la massima cura) effettuando la compattazione in strati successivi di circa 30 cm di spessore, con attrezzature idonee.

#### C. Compattazione:

- posizionare il materiale di riempimento in strati sui due fi anchi del tubo;

- lo spessore di ogni strato ed il grado di consolidamento sono funzione della metodologia di compattazione, come indicato nella tab. 5.5, che definisce i principali metodi di compattazione utilizzati in edilizia;
- approntare misure protettive nel caso di infiltrazioni di acqua attraverso il letto di posa ed ogni altro tipo di evento che ne possa alterare la resistenza meccanica, stabilità o degrado;
- per tubazioni di lunghezze consistenti, programmare le operazioni di costipamento a tronconi, in ore non troppo calde per evitare disomogeneità nel costipamento dovute a dilatazioni termiche.

#### D. Ricoprimento:

Il ricoprimento iniziale direttamente sopra il tubo dovrebbe essere effettuato a mano. Il ricoprimento successivo può essere compattato meccanicamente, allorché vi sia uno strato di ricoprimento non inferiore al valore contenuto nell'ultima colonna della tabella successiva.

Metodo di costipamento	N. di passaggi per le varie classi			Spessore dopo la compat. per le varie classi				Spessore min. prima della compat., m
	W buona	M media	N senza	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 4	Gr. 1 - 4
Mazza a mano 15 Kg	3	1	0	0,15	0,10	0,10	0,10	0,20
Mazza vibrante 70 Kg	3	1	0	0,30	0,25	0,20	0,15	0,35
Vibratore piatto								
50 Kg	4	1	0	0,10	-	-	-	0,15
100 Kg	4	1	0	0,15	0,10	-	-	0,20
200 Kg	4	1	0	0,20	0,15	0,10	-	0,25
400 Kg	4	1	0	0,30	0,25	0,15	0,10	0,35
600 Kg	4	1	0	0,40	0,30	0,20	0,15	0,50
Rullo vibrante								
15 kN/m	6	2	0	0,35	0,25	0,20	-	0,60
30 kN/m	6	2	0	0,60	0,50	0,30	-	1,20
45 kN/m	6	2	0	1,00	0,75	0,40	-	1,80
65 kN/m	6	2	0	1,50	1,10	0,60	-	2,40
Rullo doppio vibrante								
5 kN/m	6	2	0	0,15	0,10	-	-	0,20
10 kN/m	6	2	0	0,25	0,20	0,15	-	0,45
20 kN/m	6	2	0	0,35	0,30	0,20	-	0,60
30 kN/m	6	2	0	0,50	0,40	0,30	-	0,85
Rullo triplo pesante senza vibrazione								
50 kN/m	6	2	0	0,25	0,20	0,20	-	1,00

Si consulti questa tabella anche per ottenere informazioni circa il sistema meccanico più idoneo per ottenere la compattazione desiderata.

La tabella riporta i valori massimi dello spessore raccomandato degli strati ed il numero di passaggi necessari per ottenere le classi di compattazione in base all'attrezzatura utilizzata ed ai materiali di ripiena per la zona del tubo.

Il ricoprimento finale può essere fatto con materiale di risulta, purché esso abbia i seguenti requisiti:

- pezzatura inferiore a 200 mm;
- se è necessaria compattazione, deve essere costipabile e deve avere pezzatura non superiore a 2/3 dello stesso spessore dello strato compattato;
- deve essere utilizzata una classe di compattazione di tipo N per aree non trafficate, di tipo W per aree trafficate.

#### E. Controllo finale della posa in opera:

Al termine dell'opera di reinterro, la conformità delle reali condizioni di posa alle ipotesi teoriche (utilizzate, ad esempio, per la scelta del valore di SN idoneo) può essere verificata tenendo presenti i seguenti aspetti:

- controllo della qualità della compattazione nelle sue fasi (letto di posa, riempimento, ricoprimento finale);
- verifica della deflessione del tubo iniziale;
- verifica on-site del grado di compattazione impartito;

La compattazione misurata mediante prova SPD dovrà essere maggiore del 90% per ognuno degli strati di cui sopra.

Fare attenzione in fase d'installazioni aggiuntive (applicazione di diramazioni) al corretto ripristino dello stato di compattazione, una volta effettuata l'opera.

#### **21.8.7 Collaudo idraulico**

##### Generalità:

Al termine dell'installazione e prima della messa in servizio dell'impianto e sempre opportuno effettuare il collaudo della tubazione. La norma UNI EN 1610 prevede due tecniche di collaudo: con metodo ad acqua W e con metodo ad aria L. In ogni caso è necessario porre attenzione a non causare deformazioni iniziali rilevanti in fase di riempimento e compattazione. È sempre importante eseguire un collaudo idraulico di tenuta sulla condotta installata, come del resto imposto dal D.M. 12/12/85. Il collaudo idraulico può essere effettuato mediante chiusura con palloni gonfiabili di tratti di condotta, sottoposti successivamente a pressione statica applicata con colonna piezometrica o pompa da collaudo a 0,5 bar. Come previsto dal D.M. 12/12/85 il tratto di tubazione soggetto a collaudo dovrà essere solo parzialmente interrato, lasciando scoperti i giunti per individuare eventuali perdite o difetti nell'installazione. Fino ad oggi non sono stati stabiliti i criteri di controllo ed i parametri d'accettazione per i tubi strutturati. Si consiglia quindi di adottare gli stessi criteri usati per i tubi rigidi con giunti a bicchiere. La normativa europea prevede la possibilità di eseguire la prova ad acqua (metodo "W") o ad aria (metodo "L"), secondo quattro metodi di prova (LA, LB, LC e LD).

La pressione di prova, la caduta di pressione ed i tempi di collaudo sono riportati in normativa.

Le attrezzature necessarie per lo svolgimento della prova di collaudo consistono in una serie di palloni di gomma che dovranno aderire alla parete interna della tubazione, un compressore, un manometro collegato ad un rivelatore con diagramma. La prova consiste nel posizionare a valle e a monte del tratto considerato due palloni di tenuta per la chiusura della sezione di deflusso, gonfiati tramite tubi completi di pannello di controllo. Uno dei due palloni è dotato di una valvola passante per il riempimento della condotta, collegata ad un'attrezzatura esterna di registrazione e rilievo.

Attendersi alle istruzioni dei dispositivi che verranno adottati; è prescritto l'utilizzo di personale abilitato e di otturatori appropriati per il diametro interno del tubo.

L'Appaltatore dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario (acqua per il riempimento delle tubazioni, piatti di chiusura, pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometro registratore ufficialmente tarato) per l'esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte della Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'Appaltatore, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbatracchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni sì da non dare luogo a danneggiamenti della tubazione e di altri manufatti.

## 21.9 CONDOTTE IN CLS

Fognatura di raccolta delle acque meteoriche realizzata con tubazioni di lunghezza non inferiore a mt 2,00 prefabbricate in calcestruzzo - presumibilmente mediante vibrocompressione - a sezione circolare non armata o armata qualora verifiche più approfondite lo richiedano, con o senza base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica incorporata nel giunto durante la produzione, conforme alle norme UNI EN 681, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio  $\geq 0,5$  atmosfere. La posa sarà preceduta dall'applicazione sull'imbocco maschio del tubo di apposito lubrificante compatibile con la gomma stessa. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalle normative vigenti, tra cui UNI EN 1916 e D.M. 12-12-1985, esenti da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio continua in cls, delle dimensioni come da disegno, e gli eventuali rinfianchi come da indicazioni da elaborati grafici, compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser. Il cls dovrà essere ad alta resistenza caratteristica a compressione. L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6% della massa. La giunzione fra le tubazioni dovrà essere realizzata esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nella normativa europea di riferimento UNI EN 1916. L'impresa è tenuta a fornire tutti i calcoli di verifica alla stabilità, firmati da un ingegnere iscritto all'Albo, e ad assumersi con lui ogni responsabilità conseguente. Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di rinterro dello stesso, secondo normativa vigente. Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9001:2000 certificato ICMQ e certificazione di prodotto secondo le norme UNI EN ISO 9000, o marcatura CE così come previsto dalla norma UNI EN 1916. Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive e le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Le aziende produttrici dovranno dimostrare di aver eseguito forniture simili negli ultimi 3 anni per un importo minimo annuo di € 1.000.000,00, il tutto a garanzia dell'esperienza nell'eseguire tali forniture certificate.

### Normative di Riferimento:

- UNI EN 1916 Tubi di calcestruzzo armato, non armato e rinforzato con fibre d'acciaio;

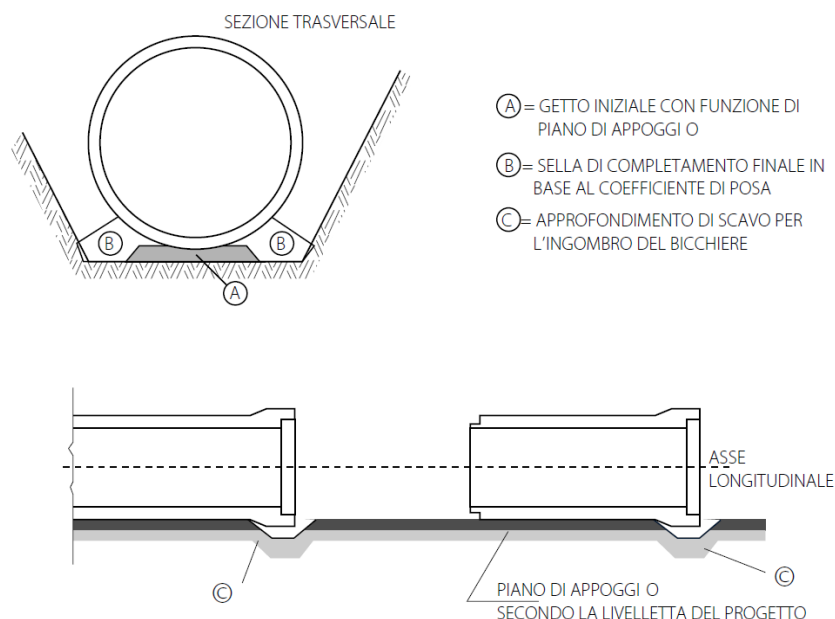
- UNI EN 681 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque. Gomma vulcanizzata;
- UNI 8981 Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo;
- D.M. 12-12-85 Norme tecniche relative alle tubazioni;
- Circolare LL.PP. 27291 istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- D.M. 14-02-92 Norme tecniche per le opere in cemento armato normale e precompresso;
- UNI 7517 Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna;
- DIN 4033 Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati: Direttive per la costruzione;

Si faccia riferimento a tali normative o alle loro s.m.i.

## **21.10 MESSA IN OPERA DELLE CONDOTTE IN CLS**

### Posa in opera:

- Il tubo deve appoggiare lungo tutta la generatrice esterna e non sul bicchiere ed essere tirato verso la giunzione scivolando sul piano di appoggio, mantenendo l'allineamento dell'asse longitudinale. Nel caso di tubi con bicchiere esterno realizzare un approfondimento per il suo alloggiamento.
- Il piano di appoggio deve seguire la livelletta di progetto e verrà realizzato in calcestruzzo magro.
- Dopo l'innesto, controllata la posizione della guarnizione in gomma, effettuare la realizzazione della sella vera e propria (apertura superiore a 120°), secondo il coefficiente di posa da realizzare previsto in progetto, avendo cura di eseguirla a perfetta regola d'arte riempiendo bene la parte inferiore del tubo.
- Effettuare il rinterro con materiale incoerente, privo di sassi, a strati successivi e compattati fino a superare l'estradosso di circa 30/50 cm.
- Riempire tutto il cavo fino alla quota prevista con materiale idoneo e compattabile.



I tubi sono posizionati sui mezzi in accordo con criteri di sicurezza ed in funzione delle caratteristiche specifiche di ciascun tipo di tubo, per evitare danni nel trasporto. I tubi si collocano nei veicoli in posizione in modo che sia garantita l'immobilità trasversale e longitudinale del carico. Quando si utilizzano cavi o imbracature di acciaio, i tubi sono convenientemente protetti per evitare qualunque danno nella posa del tubo, che possa influire negativamente nella sua durabilità e funzionamento. La movimentazione dei tubi in stabilimento e durante il trasporto, viene effettuata senza che risentano di colpi o attriti, principalmente nelle sezioni di giunzione.

#### Tubi di piccolo diametro (fino a 600 mm)

Sono posizionati in senso longitudinale all'automezzo in file sovrapposte. La prima fila inferiore viene posizionata con grande cura, perchè è quella che garantisce la stabilità al resto del carico. Mentre i tubi di estremità vanno sempre bloccati, quelli intermedi lo possono essere in modo alterno (un tubo sì ed uno no).

Le attrezzature per la movimentazione e lo scarico sono di competenza dell'impresa costruttrice e devono assicurare il rispetto del piano di sicurezza allegato al progetto. Le operazioni di scarico dei tubi da mezzi di trasporto non devono provocare urti al manufatto. In particolare non devono danneggiare le zone di estremità che sono d'importanza fondamentale per la tenuta finale della condotta in opera. I mezzi di sollevamento e movimentazione devono essere verificati dal responsabile di cantiere in funzione del peso dei tubi e dei piani di sicurezza previsti. E' consigliabile usare pinze o altri mezzi idonei evitando il dispositivo del foro di sollevamento. Tutti i mezzi di sollevamento devono soddisfare le prescrizioni della normativa ed il loro impiego deve essere conforme ai piani di sicurezza specifici redatti all'uopo.

### 21.11 CANALETTE AD EMBRICI

Dovranno essere in conglomerato cementizio, in elementi di dimensioni secondo i disegni tipo di progetto (indicativamente, 50x40x20 cm).

Le canalette dovranno estendersi lungo tutta la scarpata, dalla banchina al fosso di guardia.

Prima della posa in opera l'Impresa avrà cura di effettuare lo scavo di impostazione degli elementi di canaletta, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi.

Ancoraggi 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 (dimensioni indicative 100x40x20 cm) in conglomerato cementizio gettato in opera o prefabbricato.

La sagomatura dell'invito dovrà essere tale che l'acqua non incontri ostacoli al regolare deflusso.

### 21.12 CUNETTE/CANALETTE E FOSSI DI GUARDIA IN CLS

La formazione di cunette 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 a regola d'arte.

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'Impresa, 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.

Le operazioni di prelievo e di prova saranno effettuate in contraddittorio redigendo apposito verbale controfirmato dalla Direzione Lavori e dall'Impresa.

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.

Le canalette avranno forma rettangolare, mentre i fossi di guardia forma trapezoidale, secondo i disegni tipo di progetto; andranno 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.

## 21.13 CADITOIE STRADALI, POZZETTI E CHIUSINI/GRIGLIE

### 21.13.1 *Caditoie*

I manufatti saranno del tipo classico a pianta quadrata realizzato con elementi prefabbricati in cemento, adatti a sopportare le spinte del terreno e i carichi del traffico, secondo i tipi e le dimensioni indicate sulle tavole di progetto. Eventuali sifoni verranno realizzati tramite curva a 90° in PeAd, connesso direttamente all'allaccio dipartente dalla caditoia.

### 21.13.2 *Chiusini / griglie*

I manufatti in ghisa dovranno essere realizzati in ghisa sferoidale.

I chiusini e le caditoie dovranno rispondere alle norme UNI EN 124, identificanti la classe di resistenza adeguata al luogo di utilizzo.

Tali classi indicano i requisiti minimi (carichi di rottura) che i manufatti devono rispettare, per poter essere applicati alle diverse zone di impiego.

L'efficienza idraulica - a parità di ingombro - aumenta al crescere dell'area libera da ostruzioni della griglia (comunemente detto "scarico") e occorre evitare un possibile intasamento delle fessure: pertanto, sono da preferirsi griglie dotate di ampia area libera e comunque superiore a 450 cm<sup>2</sup>. La luce netta della griglia dovrà essere dell'ordine di 400 mm o superiore.

#### Marcatura

Tutti i chiusini, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole indicante:

- UNI EN 124 (come riferimento alla presente norma)
- la classe corrispondente (per esempio D 400) o le classi corrispondenti per i quadri utilizzati per più classi (per esempio D 400 - E 600)
- il nome e/o il marchio di identificazione del fabbricante e il luogo di fabbricazione che può essere in codice
- il marchio di un ente di certificazione
- e possono riportare:
- marcature aggiuntive relative all'applicazione o al proprietario
- l'identificazione del prodotto (nome e/o numero di catalogo)

Le marcature di cui sopra devono essere riportate in maniera chiara e durevole e devono, dove possibile, essere visibili quando l'unità è installata.

Per tutti i chiusini e griglie, l'Appaltatore dovrà presentare i campioni con relativa bolla di pesatura, da sottoporre all'approvazione della D.L. prima della loro adozione.

L'Appaltatore è comunque tenuto ad attenersi alle indicazioni progettuali (tipo di manufatti e dimensioni), in particolare laddove vengono indicate manufatti di classe maggiore a quella minima richiesta dalla normativa.



Le superfici di appoggio tra telaio e coperchio dei chiusini debbono essere lisce e sagomate per permettere una perfetta aderenza ed evitare traballamenti.

I chiusini dei pozzetti, classe D400, avranno telaio di forma circolare o quadrata, coperchio circolare articolato, autocentrante sul telaio, suggello estraibile con bloccaggio di sicurezza, giunto antirumore a tenuta stagna; passo d'uomo 60 cm, diametro del coperchio 65 cm, diametro del telaio 85 cm. I chiusini andranno allineati alle scale in modo da consentire l'accesso a desse, qualora presenti.

### **21.13.3 Pozzetti**

I pozzetti di ispezione, di immissione, di salto e quelli speciali in genere verranno eseguiti secondo i tipi e con le dimensioni risultanti dal progetto; dovranno essere adatti a supportare i carichi esterni, tra cui le spinte del terreno e i carichi del traffico.

Il raggiungimento della quota prevista in progetto dovrà di norma venir conseguito per sovrapposizione di elementi prefabbricati di prolunga, sigillati fra loro e con il pozzetto con malta di cemento: solo eccezionalmente, quando la profondità della cameretta non possa venir coperta con le dimensioni standard delle prolunghe commerciali e limitatamente alla parte della camera di supporto al telaio portachiusino, si potrà ricorrere ad anelli eseguiti in opera con getto di cemento (evitare concorsi di laterizio).

Le camerette dovranno avere il fondo sagomato a semitubo dello stesso diametro delle tubazioni in esse concorrenti. Quelle prefabbricate dovranno inoltre essere provviste sui fianchi di alloggiamenti per le tubazioni concorrenti con innesti del medesimo tipo di quelli delle tubazioni stesse; nei casi di fognatura per i quali sia prevista in progetto la demolizione dei setti predisposti delle pareti in calcestruzzo, si provvederà alla sigillatura degli innesti delle tubazioni mediante guarnizioni o - come minimo - con malta cementizia antiritiro.

La superficie interna del pozzetto dovrà presentarsi perfettamente liscia e pronta per subire eventuali trattamenti protettivi interni.

I fondi e le pareti dei pozzetti saranno rivestiti con vernice epossidica, anche in doppia mano se necessario.

Il rivestimento dovrà essere esteso almeno all'intero elemento base del pozzetto, se non a tutta la superficie interna dei pozzetti se necessario ed è da considerarsi compreso nel prezzo di elenco; sono da inoltre considerarsi compresi nel prezzo i seguenti oneri:

- lo scavo a sezione obbligata;
- la realizzazione del magrone di allettamento;
- la fornitura e la posa degli elementi prefabbricati che costituiscono il pozzetto ed il loro eventuale completamento in opera comprensivo delle forniture e della manodopera necessaria;
- la fornitura di quanto occorra per realizzare il sito di alloggiamento del chiusino in ghisa (quest'ultimo pagato a parte);
- ogni altro onere, lavorazione, prova di collaudo, fornitura e pezzo speciale, necessari per dare l'opera finita e funzionante a perfetta regola d'arte.

Le aziende produttrici dovranno allegare, durante tutto il corso della fornitura, la documentazione di fabbrica inerente i controlli dimensionali, le prove distruttive iniziali e

le prove di tenuta idraulica eseguite sulla fornitura stessa. Si seguano le specifiche tecniche proprie degli elementi utilizzati, anche qualora in discordanza con quanto riportato.

#### Norme per l'accettazione

I manufatti che l'Appaltatore intende impiegare dovranno essere preventivamente presentati in campioni di cui dovrà essere dichiarata la provenienza. A suo insindacabile giudizio la Stazione appaltante si riserva di sottoporre i campioni alle prove e alle analisi da effettuarsi presso un laboratorio autorizzato.

#### Gradini per scala di accesso

Sono in genere da computarsi a parte per pozzetti di altezza libera interna  $\geq 1000/1500$  mm, posti negli appositi fori (bloccato nei fori con apposite malte espansive) ad interasse verticale di 250 mm. I gradini, da inserire a pressione, saranno conformi alla UNI EN 13101.

## 21.14 VASCHE DI SEDIMENTAZIONE E DISOLEAZIONE

L'utilizzo degli impianti permette di mantenere i valori delle acque nei parametri richiesti dalle normative vigenti per il loro scarico. In particolare, gli impianti di separazione oli saranno atti a raggiungere valori residui di idrocarburi rientranti nella Tabella 3 del D.Lgs. n°152 del 11.05.1999 successiva integrazione di D. Lgs n° 152 del 03.04.2006 e rispettivamente:

- 5 mg/l per l'immissione scarichi in acque superficiali, come nei casi da progetto;
- 10 mg/l per l'immissione scarichi nelle fognature.

Le modalità per la realizzazione corretta dei vari impianti, per il loro dimensionamento, il loro uso e la loro manutenzione sono definite dalle norme UNI EN 858, relativa ai sistemi di separazione liquidi leggeri - criteri di dimensionamento e calcolo.

### Installazione e posa

1. Preparare lo scavo che dovrà essere almeno 50 cm per lato più largo delle vasche e dovrà avere una profondità pari all'altezza delle vasche, più un eventuale basamento.
2. Stendere un sottofondo di magrone tirato in piano, posare l'impianto e collegare le tubazioni (è da tenere presente che per un corretto funzionamento, il separatore dovrà essere posato perfettamente in piano).
3. A posa avvenuta rinfiancare l'impianto con terreno vegetale.
4. P rima di mettere in funzione l'impianto, riempirlo con acqua pulita.
  - a) Se per determinate applicazioni occorre installare l'impianto a quote più basse rispetto a quelle del terreno è possibile avere degli anelli livellatori che consentono l'installazione dei chiusini d'ispezione a quota di calpestio.

### **21.14.1      *Manutenzione***

#### Ispezione visiva

È opportuno controllare almeno una volta al mese tutte le vasche o i comparti del separatore tramite gli appositi chiusini d'ispezione, situati sulla piastra di chiusura dei vari setti. È possibile effettuare controlli periodici (da 1 fino a 4 visite all'anno), richiedendo l'intervento del servizio di Assistenza Tecnica Programmata dell'azienda produttrice.

#### Pulizia periodica

Se da un'accurata ispezione visiva risultasse un'eccedenza di materiale che potrebbe alterare il funzionamento del separatore, occorrerà procedere alla pulizia delle varie vasche o comparti.

Prima di effettuare tale operazione, l'impianto dovrà essere arieggiato aprendo i chiusini e prestando attenzione che non vi siano fuochi accesi di alcun genere nei pressi del separatore.

#### Pulizia della vasca raccolta fanghi

Liberare la vasca dai materiali che ostruiscono l'entrata o l'uscita per permettere il regolare flusso delle acque nelle fasi successive. Si consiglia inoltre di svuotare la vasca quando i fanghi o i detriti solidi raggiungono, in altezza, la metà della stessa.

#### Pulizia della vasca separazione oli

Pulire le parti meccaniche di scorrimento del galleggiante ed il galleggiante stesso.

#### Pulizia della vasca filtro coalescenza

Per i modelli in genere, immettere acqua e aria attraverso le apposite prese ad innesto rapido, poste sull'estremità superiore della vasca.

Prima di effettuare detta pulizia è necessario chiudere lo scarico girando la valvola posta sul tubo in uscita.

Per tutti i modelli con filtro a cartuccia estrarre invece lo stesso e pulirlo con getto d'acqua o idropulitrice per poi riporlo in sede.

#### Pulizia della vasca raccolta olio

Asportare l'olio depositato, chiedendo l'intervento di ditte autorizzate al trasporto ed allo smaltimento definitivo degli oli esausti.

#### Operazioni da evitare

1. Allacciare all'impianto scarichi civili o immettere portate d'acqua maggiori di quelle per cui è tarato l'impianto.
2. Introdurre nell'impianto materiali che potrebbero alterare la sua funzionalità (essiccazioni chimiche o consistenti quantità di materiali grossolani in sospensione).
3. Usare detersivi che disciolti nell'acqua provocano emulsioni stabili (es. detersivi non biodegradabili).
4. Aumentare la grandezza dei tubi collegati direttamente agli impianti; apportare modifiche alle parti interne.
5. Utilizzare l'impianto per scopi diversi da quelli per cui è stato installato.

#### Importante

Ogni volta che si svuota e prima di rimetterlo in funzione, l'impianto va riempito completamente d'acqua pulita (tranne ovviamente lo scomparto di raccolta olio).

È consigliabile, per il rispetto delle norme vigenti, tenere un registro interno aggiornato sulle varie operazioni effettuate (prove, pulizia, manutenzione, riparazioni ecc.).

### **21.14.2 Tipologia prevista**

Completamente verniciato, di portata come da elaborati di progetto, suddiviso in 2 camere:

- Camera di sedimentazione con deflettori in acciaio inox in entrata ed uscita
- Camera di separazione con galleggiante sicurezza automatico, chiusura bloccaggio flusso, filtro a coalescenza con cartuccia estraibile e contenitore di raccolta olio in polietilene con sistema di sfioro automatico, completo di piastra di 1° categoria carrabile pesante, chiusini in ghisa Ø 60 e/o 80 cm tipo sicurezza.

- Prevedere un sistema di allarme sonoro ottico completo di sonda, sirena lampeggiante, quadro. Per garantire lo scarico in acque superficiali, è da prevedere filtro a coalescenza e pacco lamellare.

## 21.15 POZZI DISPERDENTI

Sono previsti impianti per lo smaltimento interrato di acque chiarificate, provenienti da sistemi di disoleazione; hanno forma cilindrica e sono costruiti in cemento armato, in diametri tali da garantire l'accessibilità (superiore a 1 m) e sono composti da:

- Anelli circolari con innesto a bicchiere, autoportanti e sovrapponibili tra loro per permettere il raggiungimento delle quote ed altezze necessarie (negli anelli sono presenti fori passanti che permettono la percolazione dell'acqua nel terreno circostante);
- Coperchio in cemento armato vibrocompresso, con foro d'ispezione rettangolare o circolare, pedonale o carrabile a seconda della zona in cui verrà posizionato (UNI EN 124);
- Secchio a grata per trattenuta materiali fini.

I pozzi perdenti vanno posizionati:

- Lontani da fabbricati e aree pavimentate che ostacolano l'aerazione del terreno;
- Devono avere una distanza minima di 50 metri da qualsiasi condotta, serbatoi o e qualunque opera destinata al servizio di acqua potabile;
- In presenza di falde acquifere, il fondo del pozzo deve avere una distanza minima di 2 metri dal livello superiore della falda, che in nessun caso potrà essere utilizzata ai fini di acqua potabile o domestica;
- Evitare il posizionamento dei pozzi in zone sensibili quali la presenza di rocce fratturate o fessurate.

### Istruzioni per la posa

Dopo aver provveduto allo scavo delle dimensioni opportune e alla posa di una sottofondazione in magrone eventualmente debolmente armato, si può procedere al montaggio.

La posa dei vari componenti va fatta partendo dal basso e procedendo verso l'alto seguendo lo schema di montaggio consegnato e prestando particolare attenzione a:

- Nelle giunte tra anelli, utilizzare malta per stabilizzare il pozzo;
- Collegare il pozzo avendo cura di posizionare i tubi ad una quota di almeno cm -50 dal piano finito del terreno, per evitare il congelamento;
- Nel caso di passaggio carrabile, è consigliabile tenere i tubi ad una quota di cm -80 dal piano del terreno;
- In caso di posa di due o più pozzi perdenti in batteria, si dovrà mantenere una distanza minima tra intradossi pari a quattro volte il diametro degli stessi. A monte, dovrà essere posizionato un sifone/pozzetto deviatore, in modo da poter servire alternativamente i pozzi;
- È buona norma formare uno strato di pietrisco di almeno 50 cm tra pozzo e terreno circostante, in modo tale da evitare l'intasamento dei fori passanti;
- Porre uno strato di "tessuto non tessuto" tra pietrisco e terreno per prevenire eventuali assestamenti che farebbero filtrare sabbia e fanghi nel pietrisco, modificando così il filtraggio dell'acqua.

Il pozzo perdente non richiede particolari manutenzioni. Periodicamente si dovrà controllare e rimuovere eventuali accumuli di sedimenti o fanghi dal fondo.

## 21.16 GARANZIE E DOCUMENTAZIONE

Sino a che sia intervenuto, con esito favorevole, il collaudo definitivo delle opere, la manutenzione delle stesse deve essere fatta a cura e spese dell'Impresa.

Per tutto il tempo intercorrente tra l'esecuzione ed il collaudo, l'Impresa è quindi garante delle opere e delle forniture eseguite, sostituzioni e ripristini che si rendessero necessari.

Durante il periodo in cui la manutenzione è a carico dell'Impresa, la manutenzione stessa dovrà essere eseguita nel modo più tempestivo, provvedendo di volta in volta, alle riparazioni resesi necessarie senza che occorrono particolari inviti da parte della Direzione dei Lavori.

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

Le riparazioni dovranno essere eseguite a perfetta regola d'arte.

Si intende, per garanzia degli impianti, entro il termine precisato, l'obbligo che incombe alla ditta appaltatrice di riparare tempestivamente, a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si manifestano negli impianti.

Durante il periodo di garanzia saranno riparati, sostituiti a totale carico dell'appaltatore i materiali, le apparecchiature e le parti di impianto che presentino difetti di costruzione, montaggio, di funzionamento, di rendimento o rotture, senza diritto ad alcun compenso, sia per quanto riguarda i materiali, sia per quanto riguarda la mano d'opera necessaria.

La garanzia è fissata nel Capitolato delle opere edili.

Qualsiasi intervento o sostituzione dovesse essere effettuato nel periodo di garanzia, esso verrà svolto senza onere alcuno dall'Appaltatore nel minor tempo possibile dalla chiamata. Per le manchevolezze riscontrate circa il materiale, l'esecuzione ed il funzionamento, l'Appaltatore, su richiesta esplicita, dovrà rispondere senza esigere alcun compenso.

Le garanzie si intendono estese alle apparecchiature di sub fornitura.

Inoltre gli apparecchi e le altre parti dell'impianto sono da proteggere con cura dopo la loro posa. L'Appaltatore resta garante intero ed esclusivo, fino al collaudo dell'impianto, per tutti gli eventuali difetti o danni agli apparecchi e altre parti dell'impianto.

Qualora per un impianto si svolgano collaudi successivi riferiti a parti separate, la garanzia partirà dalle date dei singoli collaudi.

### 21.16.1 *Garanzia degli impianti*

Gli impianti ed i macchinari dovranno essere garantiti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento. Pertanto, fino al termine del periodo di garanzia, l'Appaltatore dovrà riparare tempestivamente ed a sue spese, tutti i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per l'effetto della non buona qualità dei materiali o per difetto di montaggio e funzionamento, escluse soltanto le

riparazioni dei danni che non possono attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza di chi ne fa uso.

#### **21.16.2 Prove dell'impianto**

Tutte le prove che la Direzione Lavori ordini a suo tempo, sia per verificare la qualità dei materiali impiegati sia per verificare la funzionalità, l'efficienza e la resa dell'impianto o di una sua parte, sono a carico dell'Appaltatore compresi l'adatta manodopera, gli apparecchi e gli strumenti di controllo e di misura preventivamente tarati e quanto altro occorrente per eseguire le prove e le verifiche dell'impianto.

#### **21.16.3 Documentazione**

Prima dell'emissione dello Stato Finale dei lavori, al fine di avere una esatta documentazione degli impianti installati, dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori i manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature installate e la certificazione di collaudo..



## 22. MANUFATTI IN LAMIERA D'ACCIAIO ONDULATA

### 22.1 Manufatti tubolari in lamiera d'acciaio ondulata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi aventi struttura portante in lamiera di acciaio ondulata, con onda normale alla generatrice, a piastre multiple o ad elementi incastrati.

L'acciaio della lamiera ondulata dovrà avere uno spessore minimo di 1,5 mm con tolleranza UNI; dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHTO M 167-70 e AASHTO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20%, e non superiore allo 0,40%, ed avere un carico unitario di rottura non minore di 340 MPa; sarà protetto su entrambe le facce da zincatura applicata a caldo, dopo l'avvenuto taglio e piegature dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 g/m<sup>2</sup> per faccia.

L'Appaltatore per ogni singolo manufatto dovrà richiedere al prefabbricatore, che operi in regime di assicurazione di qualità, secondo quanto stabilito dall'art. 9 della legge 05/11/71 n. 1086, la seguente certificazione e documentazione:

- \* una certificazione del produttore attestante la qualità dell'acciaio e la quantità di zinco applicata su ciascuna faccia;
- \* il progetto esecutivo dell'opera, adattato alla situazione effettiva del luogo, con le caratteristiche geometriche, lo spessore delle lamiere, le modalità ed i particolari di montaggio;
- \* una relazione di calcolo con la verifica della stabilità statica della struttura in funzione delle dimensioni, delle specifiche condizioni di carico nonché dei carichi accidentali. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compresso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4.

Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ecc.

Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento realizzato con adeguato mastice bituminoso o asfaltico, avente uno spessore minimo di mm 1,5 inserito sulla cresta delle ondulazione e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m<sup>2</sup> per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero con bitume ossidato applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati.

Tassativamente si prescrive che lo scarico e la movimentazione delle lamiere in cantiere dovrà essere fatta con idonee cautele per non danneggiare il rivestimento, tanto di zinco quanto bituminoso.

La condotta metallica dovrà essere posata su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in ogni caso si sconsiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso o una piattaforma di conglomerato cementizio.

Il letto di posa sarà sagomato come il profilo del fondo della condotta per permettere un mutuo accoppiamento perfetto.

Nel caso di terreno a debole portanza si dovrà eseguire una bonifica del piano di posa asportando il materiale per la profondità necessaria; si dovrà poi riempire lo scavo con materiale da rilevato compattandolo convenientemente.

In presenza invece di un fondo roccioso si dovrà interporre tra la struttura ed il fondo un materiale granulare compatto di 30 cm di spessore. In ogni caso si interporrà tra condotta e fondo uno strato di sabbia monogranulare asciutta e pulita dello spessore di 10 cm.

Tale strato non sarà compattato per permettere una perfetta aderenza tra condotta e fondo e dovrà essere esteso in larghezza fino all'attacco delle piastre d'angolo con il fondo.

A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche simili, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

## 22.2 Montaggio dei manufatti

### 22.2.1 A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm 152,4 (pollici 6) e la profondità di mm 50,8 (pollici 2). Il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm 28,6 (pollici 1 e 1/8).

Le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di m 0,61.

I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a  $\frac{3}{4}$  di pollice ed appartenere alla classe 8.8 (Norme UNI 3740).

Le teste di bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle.

Le forme di manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da m 1,50 a m 6,40 e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da m 1,80 a m 6,50 ad arco con luce variabile da m 1,80 a m 9,00; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da m 2,20 a m 7,00.

Peraltro e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 m pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto.

Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio risultare tra 18 e 27.

Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm) avente spessore di almeno 30 cm.

Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non siano impiegabili.

Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a “contatto” della struttura metallica.

Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

### **22.2.2 Costipamento laterale e riempimento**

Il materiale di rinfianco della condotta dovrà essere compattato ed eventualmente inumidito per facilitare la sua penetrazione sotto i quarti inferiori delle strutture circolari o sotto le piastre angolari di base nelle sezioni ribassate o policentriche.

Dovrà essere posato e compattato a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, disposti in modo che il livello di interrimento risulti simmetrico sui due lati del manufatto.

La compattazione di ogni strato dovrà soddisfare le indicazioni già riportate alla sezione “Movimenti terra” del presente Capitolato.

Nel corso della fase di costipamento in vicinanza della condotta si dovranno utilizzare preferibilmente pestelli pneumatici per evitare di arrecare danni alla condotta stessa. In ogni caso si consiglia di utilizzare con prudenza mezzi meccanici pesanti.

Il rilevato realizzato e costipato intorno alla struttura dovrà estendersi per almeno tre volte il diametro o la luce della condotta e il terreno impiegato per tale rilevato sarà normalmente costituito dal materiale adottato per la realizzazione dello stesso corpo stradale.

Si dovrà inoltre evitare il passaggio dei mezzi di cantiere sulla condotta senza un adeguato ricoprimento della struttura che assicuri un'adeguata ripartizione del carico al fine di non generare, nel manufatto, sollecitazioni superiori a quelle previste dal calcolo.

### **22.3 Controlli**

La Direzione Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione degli elementi componenti i manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate.

Si procederà al collaudo tecnologico per l'accettazione della fornitura dei materiali prelevando, al momento dell'arrivo in cantiere, a cura dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, alla presenza di un rappresentante dell'Appaltatore stessa, alcuni elementi componenti la fornitura.

Di tale operazione verrà redatto apposito verbale firmato dalle parti.

La frequenza dei prelievi sarà di un elemento per ogni partita di 10 t di materiale e, comunque, non meno di uno per ogni singolo manufatto.

Le prove chimiche e meccaniche sugli elementi prelevati, da eseguire a cura dell'Appaltatore e sotto il controllo della Direzione Lavori, presso un laboratorio Ufficiale, dovranno accertare la qualità e la resistenza a rottura dell'acciaio, nonché lo spessore dell'elemento e quello del rivestimento di zinco su entrambe le facce (vedi norma UNI 5742-66), nonché dell'eventuale mastice bituminoso asfaltico.

La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione.

Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di  $\text{CuSO}_4$  nella misura di g 36 ogni g 100 di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475, 1476, 4007). Essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame.

La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposita analisi, presso un Laboratorio ufficiale, su campioni prelevati in contraddittorio con l'Appaltatore, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità.

Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura.

L'Appaltatore dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche.

Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte.

Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita.

Se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita.

I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del  $\pm 5\%$ .

La Direzione Lavori darà benestare per la posa in opera di ciascuna partita soltanto dopo che avrà ricevuto il relativo certificato di prova e avrà constatato la rispondenza dei risultati con le caratteristiche sopra descritte.

In caso di esito negativo la partita sarà rifiutata e dovrà essere allontanata dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore.

I pesi dei manufatti tubolari in lamiera ondulata, in rapporto allo spessore dei vari tipi impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite preventivamente da ogni fabbricante, con una tolleranza di  $\pm 4\%$ .

Verrà, inoltre, verificato il peso effettivo risultante da apposito verbale di pesatura eseguito in contraddittorio e qualora il peso effettivo sia inferiore al peso teorico diminuito della tolleranza, la Direzione Lavori non accetterà la fornitura.

Durante la posa in opera, si dovrà verificare che l'appoggio dell'elemento sia costituito da un letto uniforme, omogeneo, stabile, resistente, evitando la posa in opera direttamente su fondo roccioso o su una piattaforma di calcestruzzo, rispettando le indicazioni riportate nel punto 1.0 del presente Capitolato.

Lo stato di addensamento del materiale utilizzato per il rinfianco, verrà determinato con le stesse modalità riportate alla sezione “Movimenti di Terra” del presente Capitolato.

## 23. OPERE DI DIFESA

### 23.1 DIFESA DEL CORPO STRADALE

#### 23.1.1 *Disgaggio di massi*

Dopo una accurata ispezione delle pareti rocciose per l'accertamento della presenza e della disposizione di masse instabili, si dovrà provvedere con qualsiasi mezzo, incluso l'esplosivo, all'abbattimento e rimozione di dette masse, da eseguirsi a qualsiasi quota dal piano stradale.

#### 23.1.2 *Paramassi*

Si distinguono in:

- paramassi elastici
- paramassi rigidi.

I paramassi elastici dovranno essere formati da:

Ritti di testata in profilato HEB del tipo Fe 430 non inferiori a 320 mm, controventati da puntoni in profilati a C non inferiori a mm 200, solidamente collegati ai montanti mediante saldatura o imbullonatura, con eventuale ausilio di fazzoletti o piastre ed angolari;

Ritti intermedi in profilati IPE o NP del tipo Fe 430 non inferiori a 240 mm, muniti di manicotti distanziato da reggicavo, opportunamente svasati alle estremità per evitare danni alle funi e saldati all'ala lato monte dei fitti.

Tali fitti potranno essere incastrati al piede su manufatti esistenti o su nuovi basamenti in c.a., infiggendo il profilato per una altezza non inferiore a 80 cm e sigillando con malte espansive.

Potranno, altresì, essere fissati a mezzo di cerniera meccanica, vincolata al basamento mediante idonea forcina in acciaio Fe 430, per consentire la rotazione di fitti sul piano ortogonale.

Orditura longitudinale di cavi funicolari di acciaio del diametro non inferiore a 12 mm aventi ciascuno resistenza a rottura non inferiore a 10 tonnellate, opportunamente tesati infilati nei manicotti dei atti intermedi ed ormeggiati ai atti di estremità mediante cappio con morsetti; detti cavi saranno adagiati in una gola arcuata costituita da profilato a C o simile non inferiore a 35 mm opportunamente calandrato e solidamente fissato al fitto.

I cavi funicolari dovranno essere collegati a due a due mediante distanziatori, in tondino d'acciaio  $\varnothing 10$  mm e del tipo Fe B 22 K, fissati alle funi stesse e posti ad un interesse non inferiore a 50 cm, sfalsati su file attigue.

Rete metallica zincata a doppia torsione, del peso non inferiore a 1,7 Kg/m<sup>2</sup> costituita da filo di diametro di mm 2,7-3,0 a maglie esagonali, stesa a ridosso dell'orditura di funi, lato monte, e legata alle funi con filo di ferro zincato, nel caso di interesse tra i cavi funicolari non superiore a 20 cm; oppure rete a maglie estensibili delle dimensioni non superiori a mm 150x150 costruita con fune, rivestita in PVC, a fili di acciaio aventi resistenza a trazione non inferiore a 160 Kg/mm<sup>2</sup>.

I paramassi, quando hanno ritti incernierati, dovranno avere sempre gli stessi opportunamente tirantati .

La verniciatura protettiva dei profilati metallici dovrà essere eseguita in accordo al seguente ciclo:

- preparazione delle superfici mediante spazzolatura meccanica al grado St3 secondo lo Swedish-Standard Association;
- applicazione di due mani di minio oliofenolico delle spessore di 35 micron per mano;
- dopo la messa in opera, applicazione di due mani:
  - 1) al cloro-caucciù intermedia (spessore 40 micron);
  - 2) un'altra al cloro-caucciù di finitura (spessore 60 micron).

Dovrà essere inoltre realizzata la spalmatura delle funi con due mani di bitume.

Prima della messa in opera delle funi verrà prelevato, previa stesura di apposito verbale, in contraddittorio con l'Appaltatore, uno spezzone di ogni fune da impiegare; detto campione verrà inviato ad un Laboratorio ufficialmente riconosciuto, per essere sottoposto alle prove di verifica per la determinazione del limite di rottura.

b) La barriera paramassi rigida da porsi in opera, su basamenti esistenti o da realizzare in c.a., dovrà essere costituita da:

- \* montanti verticali formati da lamiera sagomata ad U dello spessore non inferiore a millimetri 4,2 rinforzati con profilati a doppio T non inferiori a millimetri 180 di acciaio tipo Fe 430, completa di apposito cappello e aventi altezza fuori terra e profondità di incastro variabile a seconda delle prescrizioni di progetto;
- \* elementi di collegamento tra il montante ed il longherone, sagomati, in lamiera dello spessore non inferiore a millimetri 4,2;
- \* longheroni opportunamente sagomati in lamiera di acciaio dello spessore di 20/10;
- \* elementi di rinforzo sagomati in lamiera di acciaio dello spessore di 20/10 da porsi in opera all'interno del longherone di sommità;
- bulloneria.

Tutti gli elementi saranno dotati di appositi fori per l'assemblaggio, nell'opera è compreso l'intasamento dei fori con malta composta da Kg 400 di cemento.

Tutti gli elementi costituenti la barriera saranno zincati a caldo.

### **23.1.3 Rivestimenti di pareti e scarpate**

#### **23.1.3.1 Palificata viva a parete doppia su versante**

La palificata viva deve essere realizzata utilizzando legname scortecciato di castagno o di resinose, si può utilizzare anche tondame impregnato a pressione con sostanze conservanti, secondo quanto indicato; il tondame deve essere di buona qualità tecnologica, senza difetti (marciumi, danni da fitopatie, ecc.), ben conformato, di lunghezza minima pari a 3 m e di diametro compreso tra 20 e 30 cm; la palificata deve essere realizzata a doppia parete, con una scarpa del paramento a valle di almeno il 10 %.

La realizzazione della struttura deve essere effettuata successivamente allo scavo di fondazione, effettuato a mano e/o con mezzo meccanico, con una contropendenza a monte di circa il 10 % ed una profondità minima di 40 cm.

L'interasse tra il tondame disposto trasversalmente (traversi) deve essere di circa 150 cm., disposto a quinconce sul prospetto della palificata, come da dettagli esecutivi allegati al progetto. L'assemblaggio del tondame deve essere effettuato previa realizzazione di un piccolo incastro sul tronco superiore, apertura di un foro passante con trapano dotato di punta idonea di 12-14 mm e infissione di un chiodo in tondino ad aderenza migliorata di diametro pari a 14-16 mm. I singoli tronchi longitudinali (correnti) devono essere collegati tra loro mediante appositi incastri e fissaggio con chiodi idonei.

Oltre all'infissione dei chiodi, per rafforzare il collegamento tra i pali traversi e correnti si potranno impiegare staffe a U, realizzate con tondino di dimensioni proporzionate a quelle del legname, comunque secondo modalità da concordare con la D.L..

Il lavoro, procedendo dallo scavo di fondazione verso l'alto, dovrà comprendere il riempimento della struttura e la posa delle talle e/o delle piantine negli interstizi tra il legname, operando strato per strato. In caso di necessità di drenaggio indicate dal progetto e/o dal direttore, la struttura potrà essere intasata da materiale detritico grossolano reperito in loco, per i soli tratti con funzione drenante intensiva.

#### ***23.1.3.2 Rivestimento con rete metallica***

Il rivestimento sarà realizzato mediante posa di rete metallica, del peso non inferiore a 1,400 kgm<sup>2</sup>, formata con filo di ferro zincato del diametro di 3 mm, a maglie esagonali a doppia torsione con fissaggio alle pareti mediante barre di acciaio  $\phi=12$  mm ad aderenza migliorata del tipo Fe B 44 K in numero di almeno una ogni 4 metri quadrati, lunghe fino a m 2, ancorate in fori del diametro di 2 pollici con malta cementizia.

#### ***23.1.3.3 Rivestimento mediante impiego di malta di cemento spruzzata***

Per il consolidamento delle scarpate si applicheranno le norme contenute nel D.M. 11.3.1988 (S.O. alla G.U. n. 127 dell'1.6.1988).

Tale consolidamento verrà eseguito procedendo, di norma, dall'alto verso il basso della scarpata.

Si dovrà procedere innanzi tutto a conformare la scarpata da trattare a gradoni la cui profilatura sarà definita dagli elaborati di progetto.

I ripiani dei vari gradoni avranno una leggera inclinazione verso monte e sui gradoni stessi, al piede del gradone, dovrà essere costruita una scolina nella quale confluiranno le acque meteoriche.

Eseguito il gradonamento come sopra indicato, si procederà alla stesa ed al fissaggio sulle pareti subverticali di una rete metallica a maglie esagonali della larghezza di norma di mm 51 composta di filo n. 4 a doppia torsione.

Il fissaggio della rete avverrà a mezzo di staffe in ferro aventi, di norma, il diametro di mm 10 e la lunghezza non inferiore a cm 40 preventivamente trattate con antiruggine e poste ad interesse non superiore a cm 50.



Sulle pareti subverticali, dopo un'accurata bagnatura, si procederà all'esecuzione del rivestimento con malta di cemento, le cui caratteristiche dovranno essere definite in sede di progetto; in assenza di questo si potrà fare riferimento ad una malta a Kg. 400 di cemento per ogni metro cubo di sabbia, applicata a spruzzo ed eventualmente anche a mano.

Lo spessore reso di tale strato di rivestimento non dovrà mai essere inferiore a cm 3.

Durante la stesa della rete metallica l'Appaltatore dovrà provvedere a riquadrare la rete stessa sui lati ed in corrispondenza di necessari giunti di dilatazione a mezzo di tondino di ferro del diametro di 4 o 6 mm secondo le disposizioni che all'uopo verranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

Così consolidate le pareti subverticali si procederà al trattamento delle superfici orizzontali costituenti i gradoni mediante l'apporto di uno strato di terra vegetale di conveniente spessore, ma comunque non inferiore a cm 10, e la messa a dimora delle essenze che saranno ritenute più idonee in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche dei terreni ed alle condizioni climatologiche locali.

L'Appaltatore avrà obbligo di effettuare tutte le necessarie cure colturali comprese, quando occorra, le irrigazioni di soccorso fino a che non risulterà il completo attecchimento delle piante messe a dimora, nonché l'onere della sostituzione delle piante che non fossero attecchite.

Qualora i lavori venissero eseguiti in presenza di traffico, durante la loro esecuzione l'Appaltatore dovrà evitare, con ogni mezzo, qualsiasi ingombro della sede stradale e dovrà preservare, a sua cura e spese, l'efficienza sia del piano viabile bitumato che dell'impianto segnaletico esistente nel tratto stradale interessato dai lavori.

## 23.2 DIFESE SPONDALI

Il tipo di rivestimento per proteggere dall'erosione le sponde, dipende dai 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 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.

### 23.2.1 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 cassetta 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 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.

### **23.2.2 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<sup>3</sup>, il peso specifico  $p$  dovrà essere maggiore o uguale 26 kN/m<sup>3</sup> ed il grado di compattezza  $C = P/p$  sarà maggiore o uguale 0.95.

Le categorie di massi saranno le seguenti:

Massi di I categoria: elementi di peso complessivo fra 50 e 100 kg

Massi di II categoria: peso fra 100 e 500 kg

Massi di III categoria: peso fra 500 e 1500 kg

Massi di IV categoria: peso fra 1500 e 4000 kg

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 - IVII 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 bilancia tarata, della portata non inferiore a 20 tonnellate, per la pesatura dei massi che verranno approvvigionati con mezzi terrestri; tale bilancia sarà del tipo a registrazione automatica e dovrà essere montata attuando ogni accorgimento per la perfetta regolarizzazione del piano di appoggio;
- mezzi fluviali, utilizzati per la formazione ed il ricarica delle scogliere radenti e dei pennelli, dotati cri 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, cosa come quelli che, nelle operazioni di posa, dovessero cadere fuori sagoma.

### **23.2.3 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.

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 di posa in opera o ragioni costruttive di varia natura. La posa in opera direttamente in acqua sarà eseguita come per i gabbioni.

#### **23.2.4 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 inderogabile nell'alveo stesso.

Saranno preferibilmente scavate sezioni trapeziche, 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.

### **23.3 OPERE DI DIFESA IN TERRA RINFORZATA**

#### **23.3.1 Generalità**

Il rilevato sarà realizzato in terra rinforzata costituita dalla successione verticale di strati di terreno dello spessore di 30 cm intervallati, ogni 60 cm, da rinforzi in geogriglie monoorientate in HDPE: gli ordini di rinforzo saranno alternati nel verso di orientamento delle geogriglie; la disposizione alternata prevede un ordine di rinforzo costituito da geogriglie disposte in senso ortogonale (ordine di rinforzo A, trasversale) e un secondo ordine di rinforzo costituito da geogriglie disposte parallelamente all'asse di sviluppo del rilevato paramassi (ordine di rinforzo B, assiale).

Il rilevato paramassi dovrà essere dimensionato nel rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) attraverso analisi dinamica del comportamento della struttura sottoposta ad impatto. Il terreno da impiegare sarà di tipo misto granulare (gruppi A1a, A1b, A3, A24, A2-5), con dimensione massima dei ciottoli di 5 cm, angolo di attrito interno non minore di 30°. L'impresa potrà utilizzare, su indicazione della Direzione Lavori, altro materiale disponibile in sito, eventualmente miscelato ad altre granulometrie in modo da raggiungere i requisiti granulometrici suddetti.

Tutte le geogriglie impiegate nella costruzione dell'opera dovranno essere monolitiche, estruse e stirate a caldo, al 100% in HDPE, monoorientate e stabilizzate agli UV mediante impiego di carbonblack, marchiate CE ed in possesso di Documento di Valutazione Tecnica all'Impiego (DVT) valido ed aggiornato. Le geogriglie avranno resistenza massima a trazione determinata secondo la norma EN ISO 10319 non inferiore a quanto previsto nelle specifiche di progetto.

La realizzazione del rilevato avverrà dopo aver preparato il piano di posa tramite rullatura e livellazione, in modo da garantire una buona planarità dei paramenti.

Le geogriglie di tipo A dovranno essere contenute da un cassero di guida e di appoggio "a perdere" in rete elettrosaldata ( $\varnothing$  8mm maglia 15x15cm) corredato di tiranti e rivestito internamente in facciata da un feltro vegetativo preseminato.

Ogni strato di rinforzo di tipo A dovrà essere risvoltato superiormente di almeno 1,50 m in prossimità del paramento, per evitarne lo sfilamento; ogni livello di griglia dell'ordine di

rinforzo di tipo A (compresi la zona frontale ed il risvolto) sarà privo di tagli e discontinuità. Le sovrapposizioni di griglia saranno consentite solo lateralmente, per almeno 25 cm. La biostuoia preventivamente preseminata con specie autoctone, verrà interposta tra la geogriglia ed il terreno evitando il dilavamento superficiale sul terreno di riempimento, favorendo la crescita della vegetazione sul paramento esterno.

Ogni strato di rinforzo di tipo B sarà realizzato stendendo sul livello di terreno la griglia orientata parallelamente all'asse del rilevato; la griglia sarà continua e priva di tagli per tratti non inferiori a 50m. La "striscia" di griglia avrà larghezza pari almeno alla metà della larghezza del rilevato in corrispondenza del livello di terreno considerato.

Ogni livello di terreno sarà realizzato per sovrapposizione di strati con spessore non superiore a 30 cm e densità non inferiore al 95 % dello Standard Proctor.

Nel caso in cui non venga utilizzato il feltro vegetativo preseminato, sarà effettuata una semina su tutto il paramento, con miscela di sementi e additivi ottimizzata sulla base delle condizioni climatiche e di esposizione del pendio (operazione contabilizzata a parte).

Fermo restando le prescrizioni di progetto, e le tipologie di geogriglie di rinforzo utilizzate per il dimensionamento del rilevato paramassi, il fornitore delle geogriglie dovrà dimostrare con opportuna certificazione rilasciata da ente internazionalmente riconosciuto di aver svolto prove di impatto in vera grandezza (con energia di impatto maggiore di 4500kJ) su rilevati paramassi.

## **24. OPERE A VERDE**

### **24.1 Pulizia dell'area di cantiere**

A mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, l'Impresa, per mantenere il luogo più in ordine possibile, è tenuta a rimuovere tempestivamente tutti i residui di lavorazione e gli utensili inutilizzati.

I residui di cui sopra dovranno essere allontanati in aree autorizzate.

Alla fine dei lavori tutte le aree e gli altri manufatti che siano stati in qualche modo imbrattati dovranno essere accuratamente puliti.

### **24.2 Fornitura e sistemazione di terreno vegetale**

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.

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.I.S.S.

Il terreno dovrà essere posto in opera in strati uniformi, ben sminuzzato, spianato e configurato in superficie secondo le indicazioni di progetto.

### **24.3 Rivestimento delle scarpate e delle aree oggetto di recupero ambientale**

Rivestimento di scarpate in rilevato ed in scavo ed in genere tutte le aree destinate a verde, dovrà essere eseguito mediante semina, piantumazione o ricopertura con materiali idonei.

### **24.3.1 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, oltre alla regolarizzazione delle superfici, dovranno eventualmente essere predisposte buche in caso di piantumazioni.

### **24.3.2 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 concimazione 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.

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.

### **24.3.3 Inerbimenti**

#### **24.3.3.1 Generalità**

Il rinverdimento di base consiste nell'inerbimento delle superfici delle scarpate e delle aree ove si effettueranno sistemazioni a verde, per fornire una prima copertura, per la difesa del terreno dall'erosione e per attivare i processi pedogenetici del suolo.

Gli inerbimenti sono previsti su tutte le superfici interessate dalle lavorazioni ed in generale su tutte le superfici destinate a verde .

La riuscita dell'inerbimento determina inoltre una notevole funzione di reinserimento paesaggistico, permettendo il recupero di aree altrimenti soggette al degrado.

I miscugli sono improntati in primo luogo a realizzare un manto erboso duraturo, possibilmente permanente, in grado di proteggere il terreno dall'erosione e di garantire un buon processo di humificazione del terreno legato all'apporto di fitomassa; le specie da utilizzare sono state scelte, preferibilmente, tra quelle perenni o più longeve.

All'epoca della semina, il suolo non deve essere gelato.

Prima della semina, il suolo deve essere preparato con le apposite lavorazioni e deve essere ben assestato, livellando e quindi rastrellando il terreno per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Si dovrà procedere anche alla eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura e successivo riporto di terreno vegetale se il substrato è sterile.

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

La quantità di sementi deve essere determinata, previa considerazione del numero di semi per grammo delle singole specie, in modo tale che di regola vengano seminati da 30.000 a oltre 50.000 semi per ogni m<sup>2</sup> di superficie, corrispondenti ad un peso da 10 a 15 g/m<sup>2</sup>.

In condizioni atmosferiche e stagionali sfavorevoli, la quantità di sementi per m<sup>2</sup> deve essere corrispondentemente aumentata. La D.L. può aumentare tale quantità in ragione delle situazioni specifiche (quando soprattutto si tratti di scarpate erodibili o di inerbimenti protetti) che possono condurre a minore germinazione; in tal caso fa fede la indicazione presente nel computo o negli elaborati progettuali.

Per evitare l'alterazione e il deterioramento, le sementi devono essere immagazzinate in locali freschi, ben aerati e privi di umidità.

Le sementi fornite dovranno essere di ottima qualità, in confezioni originali sigillate e munite di certificato di identità, con l'indicazione del grado di purezza e di germinabilità e della data di scadenza.

Per la realizzazione dei prati mediante semina, si devono di regola utilizzare le miscele di sementi di cui alla tabella seguente, salvo diverse indicazioni del progetto o della Direzione dei lavori.

<b>Specie</b>	<b>%</b>
<i>Festuca arundinacea</i>	22
<i>Lolium rigidum</i>	20
<i>Festuca rubra</i>	15
<i>Festuca ovina</i>	15
<i>Lolium perenne</i>	10
<i>Onobrychis viciaefolia</i>	7
<i>Phleum pratense</i>	5
<i>Trifolium hybridum</i>	2
<i>Trifolium repens</i>	2
<i>Hedysarum coronarium</i>	2
<b>totale</b>	<b>100%</b>

La mescolanza delle sementi di diverse specie, qualora non fosse già disponibile in commercio, dovrà essere effettuata alla presenza della Direzione dei lavori.

La semente deve essere introdotta nel suolo uniformemente, tuttavia a profondità non superiore a 0,5-1 cm.

Per la compressione delle superfici di semina devono essere usati cilindri a graticcio o altri apparecchi adatti.

Subito dopo, il terreno deve essere bagnato fino a risultare imbevuto d'acqua fino alla profondità di almeno 5 cm.

#### **24.3.3.2 Inerbimento mediante idrosemina**

Preparazione del letto di semina come prima descritto nel punto precedente.

Rivestimento di superfici estese più o meno acclivi mediante spargimento meccanico per via idraulica a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina eseguita in un unico passaggio conterrà:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo; la quantità varia a seconda del tipo di collante, per collanti di buona qualità sono sufficienti piccole quantità pari a circa 10 g/m<sup>2</sup>;
- concime organico e/o inorganico in genere in quantità tali da evitare l'effetto "pompaggio" iniziale e successivo deficit delle piante;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti, fertilizzanti e inoculi.

L'esecuzione dovrà prevedere:

- ripulitura eventuale della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici;
- spargimento della miscela in un unico strato.

Verrà utilizzata la miscela indicata nella tabella del paragrafo precedente, ove possibile integrata con sementi di specie autoctone (fiorume locale) in quantità di 45 g/m<sup>2</sup>.

Durante la semina, si deve fare attenzione a conservare l'uniformità della miscela, provvedendo eventualmente a rimescolarla.

Le specie che tendono a separarsi a causa delle loro caratteristiche (ad es. peso dei semi) devono essere distribuite separatamente.

La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

E' compreso un primo sfalcio del cotico erboso da effettuarsi con mezzi meccanici dopo 2-3 mesi dalla semina.

#### **24.3.4 Tracciamenti e picchettature**

Prima della messa a dimora di alberi ed arbusti, l'Impresa è tenuta alla predisposizione delle seguenti operazioni, secondo la tempistica prevista dal progetto:

- sulla base delle indicazioni riportate negli elaborati di progetto picchettazione della posizione di messa a dimora di alberi ed arbusti, con associazione degli esemplari ai picchetti;
- picchettazione delle aree per la messa a dimora di gruppi di alberi, gruppi di arbusti, fasce arbustive, con la precisione richiesta dalla D.LL., nonché predisporre la picchettazione di un'area di saggio con il sesto di impianto previsto;
- picchettazione delle aree per la formazione di superfici prative comprendente, oltre ai punti obbligati, anche i punti intermedi.

Ogni picchetto dovrà essere numerato ed essere riferito a punti inamovibili per poterne ricostruire la posizione in caso di danneggiamento o manomissione. I capisaldi, i picchetti o le livellette successive danneggiati o rimossi dovranno essere immediatamente ripristinati a cura e spese dell'Impresa.

I risultati della picchettazione saranno riportati su appositi elaborati che dovranno essere approvati dalla D.LL.; una copia di tali elaborati dovrà essere consegnata alla Committenza, una alla D.LL., ed una terza verrà conservata in cantiere. Durante la verifica da parte della D.LL. o della Committenza dei risultati dei rilievi, l'Impresa è tenuta a mettere a disposizione il personale ed i mezzi necessari.

La tolleranza ammessa per la formazione di filari o per la piantumazione a sesto regolare è di cm 10 rispetto agli allineamenti riportati per il 10% degli elementi controllati, di cm 5 rispetto agli allineamenti riportati per il 30% degli elementi controllati e di cm 0 rispetto agli allineamenti riportati per il 60% degli elementi controllati.

La tolleranza ammessa per la messa a dimora di alberi sviluppati ed arbusti, isolati o a piccoli gruppi, è di cm 20 rispetto alle posizioni riportate per il 10% degli elementi controllati, di cm 10 rispetto alle posizioni riportate per il 40% degli elementi controllati e di cm 5 rispetto alle posizioni riportate per il restante 50% degli elementi controllati.

La tolleranza ammessa per la formazione di aree arbustive o superfici prative, rispetto a quelle indicate negli elaborati progettuali, è di cm 25 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati, di cm 10 rispetto alle quote riportate per il 30% dei punti rilevati e di cm 5 rispetto alle quote riportate per il restante 40% dei punti rilevati; si prescrive inoltre una tolleranza del 5% sull'estensione di aree fino a 100 metri quadrati, una tolleranza del 3% sull'estensione di aree comprese fra 100 e 1.000 metri quadrati, e una tolleranza del 2% sull'estensione di aree superiori ai 1.000 metri quadrati

Al momento della verifica delle tolleranze di errore dell'esecuzione dei lavori, l'Impresa può richiedere un ampliamento del numero di campioni utilizzati per il calcolo.

#### ***24.3.5 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.

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.

#### ***24.3.6 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.

#### ***24.3.7 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.

#### ***24.3.7.1 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.

#### ***24.3.8 Messa a dimora***

##### ***24.3.8.1 Preparazione di buche per piantagione***

Le buche di piantagione dovranno essere predisposte smuovendo e asportando il terreno sino alla profondità necessaria.

Se le piante verranno messe a dimora in tempi successivi oppure, qualora già scavate le buche, le piantumazioni dovranno essere differite, ad evitare pericoli per l'incolumità di persone e mezzi l'Appaltatore dovrà ricolmare le buche con la stessa terra, avendo cura di invertire gli strati e di non costiparla.

Se verranno messe a dimora piante arbustive a radice nuda, le dimensioni della buca dovranno permettere un ordinato ed agevole collocamento degli apparati radicali, che non devono essere danneggiati.

Durante l'esecuzione degli scavi l'Impresa dovrà porre la massima attenzione alla eventuale presenza di cavi e tubazioni sotterranee, interrompendo i lavori e informandone in caso positivo la Direzione Lavori, con la quale si concorderanno la migliore collocazione delle piante e gli altri interventi necessari.

Allo stesso modo occorre procedere se vengono rilevati ristagni di acqua al fondo delle buche, per predisporre i necessari accorgimenti correttivi.

I danni causati dalla mancata osservazione di queste norme sono a carico dell'Impresa.

L'Impresa dovrà tenere conto degli eventuali manufatti edilizi esistenti in prossimità del sito di piantagione (cordonature, pavimentazioni), evitandone il danneggiamento se devono essere conservati.

#### ***24.3.8.2 Profondità dello strato di terreno per piantumazioni***

In linea generale la profondità di scavo per collocare a dimora arbusti dovrà rispettare, come già specificato, le dimensioni delle piante, relativamente alle dimensioni delle zolle ed alla necessità della loro più agevole collocazione.

A titolo di prescrizione generale la profondità di scavo dovrà consentire una messa a dimora delle piante in modo che il livello uniforme di progetto del terreno e il colletto dei fusti si trovino alla stessa quota.

Qualora lo strato di terreno al fondo della buche si presenti eccessivamente compatto formando una suola impermeabile, l'Impresa dovrà provvedere ad una "rottura" della stessa, e intervenire con tutti gli accorgimenti necessari ad evitare ristagni di acqua sotto alla zolla.

#### ***24.3.8.3 Messa a dimora di alberi***

Messa a dimora di alberi autoctoni da vivaio, di specie di Tabella seguente, con certificazione di origine del materiale da propagazione, nelle quantità come indicato nelle varie voci di computo e/o negli elaborati di progetto, di età compresa tra i 3 e 5 anni, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie al volume radicale nel caso di piante in fitocella, vaso o pane di terra. Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente viene formata una piccola concavità intorno alla pianta per una migliore captazione dell'acqua.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- apporto di eventuali ammendanti, fertilizzanti, biostimolanti radicali, acidi umici, micorrize, ecc.;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura con biofeltri o altro materiale ad elevata compattezza per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- 1 o più pali tutori
- reti antifauna.

Per le piante in zolla, contenitore o fitocella il trapianto potrà essere effettuato in periodo stagionale idoneo (autunno – inverno) tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Nei terreni privi di suolo organico sarà necessario preparare delle buche nel substrato minerale e riempirlo con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero della serie dinamica della vegetazione potenziale del sito.

Nei primi 2 anni è necessaria un'irrigazione di soccorso tramite apporto diretto. Sono previsti i risarcimenti per fallanze.

Le piante fornite devono essere sane, ben conformate, prive di difetti o di danni di natura parassitaria o meccanica e che abbiano un apparato radicale sano, ben conformato, vitale e ricco di radici assorbenti.

### **Specie arboree autoctone**

<i>Acer campestre</i>	Acero campestre
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frassino maggiore
<i>Prunus avium</i>	Ciliegio selvatico
<i>Tilia cordata</i>	Tiglio selvatico
<i>Ulmus minor</i>	Olmo campestre

#### **24.3.8.4 Messa a dimora di arbusti**

Fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del materiale da propagazione, utilizzando le specie della tabella sottostante, in quantità come previsto nelle singole voci di computo e/o negli elaborati di progetto, di età non inferiore a due anni ed altezza minima compresa tra 0,40 e 0,80 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni doppie rispetto al volume radicale nel caso di fitocelle, vasi o pani di terra.

Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione.

Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua.

Si intendono inclusi:

- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale di qualità con eventuale invito per la raccolta d'acqua a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- apporto di eventuali ammendanti, fertilizzanti, biostimolanti radicali, acidi umici, micorrize, ecc.;
- la pacciamatura con dischi o biofeltri ad elevata compattezza per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- un paletto o canna tutore con funzione di sostegno e di segnalazione della presenza della pianta (h min. 0,80 m fuori terra);
- reti antifauna.

Per le piante in zolla, contenitore o fitocella il trapianto dovrà essere effettuato in periodo stagionale idoneo (autunno – inverno) tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Per l'irrigazione e per favorire la cattura delle acque di pioggia, si dovrà realizzare un'apposita conca poco profonda attorno alla pianta.

Dopo l'impianto (in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 20) nei primi 2 anni è necessaria un'irrigazione di soccorso tramite apporto diretto.

Sono previsti i risarcimenti per fallanze.

Le piante fornite devono essere sane, ben conformate, prive di difetti o di danni di natura parassitaria o meccanica e che abbiano un apparato radicale sano, ben conformato, vitale e ricco di radici assorbenti.

#### **Specie arbustive autoctone**

<i>Cornus mas</i>	Corniolo
<i>Cornus sanguinea</i>	Sanguinella
<i>Corylus avellana</i>	Nocciolo
<i>Cytisus scoparius</i>	Ginestra dei carbonai
<i>Crataegus monogyna</i>	Biancospino
<i>Euonymus europaeus</i>	Fussaggine - Berretta da prete
<i>Frangula alnus</i>	Frangola, Alno nero
<i>Ligustrum vulgare</i>	Ligustro
<i>Prunus spinosa</i>	Prugnolo

#### **24.3.8.5 Messa a dimora di rampicanti e ricadenti**

Le specie rampicanti vanno piantate il più possibile vicino al muro che si intende far ricoprire, poi si fissa il tutore alla recinzione tramite legature in modo che i rametti inizino ad attaccarsi.

Le specie ricadenti devono essere posizionate lungo la testata dei muri.

#### **Specie arbustive rampicanti e ricadenti e talee**

<i>Hedera elix</i>	Edera comune
<i>Cotoneaster dammeri</i>	Cotognastro
<i>Salix</i> sp.	Talee di salice

#### **24.3.9 Posa in opera di Shelter**

Il posizionamento dello shelter, dovrà avvenire senza danneggiare la pianta e dovrà essere ancorato al terreno tramite una canna di bamboo in modo di stabilizzare la struttura dello shelter.

Il tipo di collegamento tra pianta ed ancoraggio dovrà essere tale da escludere incisioni della corteccia, durante e dopo i lavori di piantagione; il fasciame dovrà essere assicurato agli elementi di sostegno in modo tale da evitare scivolamenti.



A tal fine, le legature dovranno essere realizzate per mezzo di cinture di gomma od altro materiale sintetico.

Il posizionamento del collarino dovrà avvenire al piede degli alberi sviluppati senza danneggiarli.

#### **24.3.10      *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.

#### **24.3.11      *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:

- 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 sfalciata dovrà venire prontamente raccolta da parte dell'Appaltatore e trasportata fuori dalle pertinenze autostradali entro 24 h dallo sfalcio. 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.
- 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.

Sarà a carico dell'Appaltatore la verifica costante del livello di attecchimento di quanto seminato e/o impiantato per tutta la durata del cantiere; sarà pertanto compresa tra gli oneri a carico dell'Appaltatore la sostituzione delle fallanze per tutto il periodo.

Al fine di massimizzare le probabilità di successo di attecchimento sarà inoltre cura dell'Appaltatore impiantare individui di diversa età e dimensioni.

#### **24.3.12 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.

#### **24.4 Irrigazione**

Innaffiature di soccorso potranno rendersi necessarie.

Il soccorso idrico è utile per agevolare le piante a superare indenni i periodi più caldi e siccitosi, in particolare modo se appartenenti a specie con elevate esigenze idriche (igrofile).

Le innaffiature devono essere eseguite nel primo mattino, o nel tardo pomeriggio.

Il quantitativo di acqua da distribuire, che potrà variare sulla base delle indicazioni della D. L., è dell'ordine di 30-120 l/pianta a seconda delle dimensioni della stessa.

L'Impresa dovrà inoltre garantire il servizio anche durante i periodi di ferie; in particolare dovrà garantire la disponibilità quotidiana di un veicolo attrezzato per l'innaffiamento di soccorso delle alberature e di sufficiente personale addetto.

Gli eventuali danni che derivassero dall'inosservanza di quanto sopra descritto, verranno valutati dalla Direzione

Lavori ed addebitati all'Impresa con trattenuta diretta sullo stato di avanzamento lavori.

## 25. IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA

### 25.1 Requisiti di rispondenza degli impianti di illuminazione alle norme vigenti

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 1 marzo 1968, n. 186 e successive modifiche ed integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché, dei loro componenti devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione dell'offerta ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle autorità locali comprese quelle dei VV.FF.;
- alle prescrizioni ed indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 23, lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici” (entrato in vigore nel mese di marzo 2008, abrogando la legge 46/90 e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 447/91)
- UNI 11248: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche (2012)
- UNI 10819: Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso (Marzo 1999)
- Legge regionale N.31 del 24 Marzo 2000: “Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”
- Legge regionale N.8 del 23 Marzo 2004: “Modificazioni alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche)”
- **D.Lgs 9 Aprile 2008, n. 81– Testo unico in materia di salute e sicurezza sul lavoro**, concernente il riordino delle normativa in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro, in attuazione della Legge 3 Agosto 2007, n. 123
- **D.M. 22 gennaio 2008 n. 37** “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 23, lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici” (entrato in vigore nel mese di marzo 2008, abrogando la legge 46/90 e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 447/91)
- D.L.vo n° 285 30/04/1992 e s.m.i. – “Nuovo codice della strada”
- D.M. 05/11/2001 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”
- alle norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano)e UNI, e segnatamente:
  - CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c. (7°Edizione-Maggio 2012) e successive varianti
  - CEI 11-17: Linee in cavo (2°Edizione-Luglio 1997)
  - CEI 20-22II: Prove d’incendio sui cavi elettrici
  - CEI 17-5: Interruttori automatici per c.a. e tensione nominale non superiore a 1000V e per c.c. e tensione nominale non superiore a 1200V (6° Edizione-Ottobre 1998)
  - CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) (4°Edizione-Novembre 2000)

- CEI 23-3: Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione nominale non superiore a 415V in c.a.) (4°Edizione-Marzo 1999)
- 23-54: Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche-Parte 2-1: Prescrizioni particolari per i sistemi di tubi rigidi ed accessori (1°Edizione-Ottobre 1996)
- CEI 34-21: Apparecchi di illuminazione-Parte 1°: Prescrizioni generali e prove (7°Edizione-Aprile 2001)
- CEI 34-22: Apparecchi di illuminazione-Parte 2-22: Prescrizioni particolari apparecchi di emergenza (3°Edizione-Aprile 1999)
- CEI 34-23: Apparecchi di illuminazione-Parte 2°: Prescrizioni particolari apparecchi fissi per uso generale (2°Edizione-Ottobre 1997)
- UNI-EN 40/1: Pali per illuminazione. Termini e definizioni (31/3/1992)
- UNI-EN-40/3-1: Pali per illuminazione pubblica-Progettazione e verifica-Specifica dei carichi caratteristici (31/5/2001)
- UNI-EN-40/3-2: Pali per illuminazione pubblica-Progettazione e Verifica tramite prova (31/5/2001)
- UNI-EN 40/5: Pali per illuminazione pubblica-Specifiche per pali per illuminazione pubblica in acciaio (31/5/2001)
- Tutti i materiali e le apparecchiature utilizzate per la realizzazione degli interventi in oggetto saranno adatti all'ambiente di installazione e rispondenti alle relative Norme CEI-UNEL, ove esistano.

In ogni caso, materiali ed apparecchiature saranno nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, dotati del Marchio CE e, se concesso per la loro specifica categoria merceologica, di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o di altra Certificazione o Marchio equivalente.

## **26. OPERE PER IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI**

### **26.1 Punto di connessione in media tensione a 5.5kV**

I punti di connessione dell'energia elettrica per il nuovo autoporto di San Didero si dovranno attestare nella nuova cabina di ricevimento e distribuzione a 5,5kV posizionata in prossimità degli uffici Sitaf S.p.A. La nuova cabina di trasformazione servirà le utenze del nuovo posto di controllo centralizzato, la direzione di esercizio della A32, l'illuminazione di svincoli e piazzali.

La linea esistente a 5,5kV, che attualmente transita al centro della autostrada A32, è collegata a valle lato Torino alla cabina TR 01 della galleria La Perosa di Rivoli, mentre a monte è collegata alla cabina TR 04 della galleria Prapontin. La linea sarà intercettata in prossimità del nuovo autoporto e sarà collegata alla nuova cabina di trasformazione denominata TR autoporto 5,5kV.

I due circuiti provenienti da valle e da monte di sezione 3x25mmq saranno attestati al nuovo quadro di media tensione che avrà la seguente configurazione:

- cella di arrivo da TR 01 galleria La Perosa Rivoli
- cella di arrivo da TR 04 galleria Prapontin
- cella misure e protezioni
- cella risalita sbarre

- cella interruttore generale interbloccato con interruttore gruppo elettrogeno
- cella arrivo da trasfo 630kVA 5,5/0,4kV per gruppo elettrogeno
- cella arrivo da trasfo 250kVA 5,5/0,4kV per uffici P.C.C. e D.E.
- cella illuminazione piazzale e svincoli direzione Bardonecchia
- cella illuminazione piazzale e svincoli direzione Torino

Le caratteristiche del quadro di media tensione saranno :

- celle di tipo protetto
- caratteristiche meccaniche ed elettriche idonee per corrente di breve durata 16kA per 1”
- sezionatori di linea rotativi interbloccati con sezionatore di terra
- interruttori di protezione IN 630A con relè indiretti 50-51-51N-67N per linee in campo
- interruttori di protezione IN 630A con relè indiretti 50-51-51N per linee in cabina
- sezionatore di terra interbloccati con sezionatore di linea

La nuova cabina TR autoporto sarà alimentata dalla TR 04, dalla TR 01 o contemporaneamente in entra esci. A valle del quadro di media tensione a 5,5kV, dopo il trasformatore da 630kVA sarà installato un gruppo elettrogeno da 630kVA per alimentare in emergenza le utenze degli uffici e per la rete a 5,5kV lungo l'autostrada. Gli interruttori rete/gruppo saranno interbloccati, per utilizzare il gruppo elettrogeno al servizio della rete autostradale sarà necessario studiare la configurazione di esercizio, attività esclusa da questo progetto. In questa fase il gruppo elettrogeno sarà utilizzato esclusivamente al servizio degli uffici, della illuminazione del piazzale e degli svincoli. I due circuiti di illuminazione del piazzale a 5,5kV saranno suddivisi in direzione Torino e Bardonecchia. Il circuito lato Torino alimenterà il TEH 1-2-3, mentre il circuito lato Bardonecchia alimenterà i TEH 4-5-6. I TEH 1-3-4-6 saranno predisposti per alimentare i circuiti di illuminazione del piazzale e svincoli, mentre i TEH 2 e 5 saranno predisposti per alimentare le Truck station.

## **26.2 Cabina TR autoporto di distribuzione a 5,5kV**

Il quadro di media tensione a 5,5kV sarà così suddiviso:

- cella di arrivo da TR 01 galleria La Perosa Rivoli
- cella di arrivo da TR 04 galleria Prapontin
- cella misure e protezioni
- cella risalita sbarre
- cella interruttore generale interbloccato con interruttore gruppo elettrogeno
- cella arrivo da trasfo 630kVA 5,5/0,4kV per gruppo elettrogeno
- cella arrivo da trasfo 250kVA 5,5/0,4kV per uffici P.C.C. e D.E.
- cella illuminazione piazzale e svincoli direzione Bardonecchia
- cella illuminazione piazzale e svincoli direzione Torino

Le caratteristiche saranno :

- celle di tipo protetto
- caratteristiche meccaniche ed elettriche idonee per corrente di breve durata 16KA per 1”
- sezionatori di linea rotativi interbloccati con sezionatore di terra
- interruttori di protezione IN 630A con relè indiretti 50-51-51N-67N

- sezionatore di terra interbloccati con sezionatore di linea

### **26.3 Alimentazione svincoli e piazzale a 5,5kV**

Gli svincoli autostradali e il piazzale saranno alimentati tramite due linee di media tensione a 5,5kV, i trasformatori TEH da 50kVA 5,5/0.4kV e i quadri di bassa tensione a valle saranno predisposti per alimentare le torri faro del piazzale e i pali di illuminazione degli svincoli. All'interno dei quadri elettrici saranno installati gli interruttori di protezione dei circuiti di illuminazione, delle prese per le truck station e i regolatori di potenza delle torri faro.

### **26.4 Illuminazione svincoli e piazzali**

Gli svincoli autostradali saranno illuminati con apparecchi illuminanti a led da 91W, installati su pali di altezza 12m e suddivisi in quattro gruppi, svincoli lato Torino ingresso e uscita, svincoli lato Bardonecchia ingresso e uscita. I piazzali saranno illuminati con dieci torri faro complete di n.6 apparecchi illuminanti a S.A.P. 250W e con controllore di potenza per la regolazione dei circuiti, ad integrazione delle torri faro saranno installati degli apparecchi illuminanti da 250W S.A.P. su pali di altezza 12m. Le strade laterali di accesso all'autoporto saranno illuminate con apparecchi illuminanti a LED da 91W installati su pali di altezza 10m fuori terra.

### **26.5 Punto di connessione in media tensione a 15kV**

In prossimità della stazione di servizio sarà installata una seconda cabina di consegna a 15kV, derivata dalla cabina Enel Baraccone, per alimentare in bassa tensione tramite contatori di misura, le seguenti utenze:

- Posto di controllo centralizzato e direzione esercizio ( alimentazione di riserva)
- Stazione di servizio
- Petrolifera

### **26.6 Cabina Enel Baraccone a 15kV**

La cabina Enel Baraccone a 15kV sarà predisposta per alimentare in bassa tensione, tramite i contatori di misura le seguenti utenze:

- Uffici posto di controllo centralizzato e direzione esercizio (alimentazione riserva)
- Stazione di servizio
- Petrolifera
- Uffici OK GOL

Il posto di controllo centralizzato sarà alimentato normalmente dalla rete autostradale a 5,5kV, in soccorso da gruppo elettrogeno e gruppo di continuità UPS. In caso di mancanza della rete autostradale la linea sarà commutata sulla consegna Enel in bassa tensione a 400V

La cabina di consegna Enel 15kV sarà realizzata tenendo conto che un futuro aumento di potenza potrebbe richiedere il locale di trasformazione MT/BT utente .

Nel locale di media tensione saranno installate le apparecchiature a cura Enel

Nel locale bassa tensione utente saranno installate le seguenti apparecchiature:

- protezione uffici posto di controllo centralizzato
- protezione uffici OK GOL
- protezione petrolifera
- quadro di distribuzione stazione di servizio
- quadro di protezione impianto fotovoltaico pensilina petrolifera
- quadro di protezione impianto fotovoltaico parcheggi stazione

Nel locale misura saranno installate le seguenti apparecchiature:

- contatore di misura bidirezionale uffici posto di controllo centralizzato
- contatore di misura uffici OK GOL
- contatore di misura petrolifera
- contatore di misura bidirezionale stazione di servizio

### **26.7 Stazione di servizio**

Il quadro di distribuzione della stazione di servizio dovrà alimentare i seguenti quadri :

- quadro generale stazione di servizio
- quadro centrale tecnologica
- quadro UPS per illuminazione di sicurezza
- quadro cucina
- quadro impianto fotovoltaico

### **26.8 Uffici posto operatore e direzione esercizio**

#### *Distribuzione primaria*

Il quadro di distribuzione degli uffici sarà posizionato all'interno della cabina a 5,5kV e dovrà alimentare i seguenti quadri :

- quadro generale uffici piano terra
- quadro centrale di ventilazione uffici
- quadro UPS per illuminazione di sicurezza
- quadro UPS per continuità PCC
- quadro centrale termica
- quadro impianto fotovoltaico per pensiline parcheggio

#### *Distribuzione secondaria*

Il quadro generale del piano terra dovrà alimentare il quadro del piano primo e tutti i circuiti relativi agli impianti di illuminazione, forza motrice e speciali, la distribuzione degli impianti sarà realizzata tramite canalette metalliche zincate con processo sendzimir posizionate sotto il pavimento galleggiante e nel controsoffitto dei corridoi. Si dovranno

installare canalette metalliche zincate per circuiti energia normale, privilegiata, sicurezza e per impianti speciali.

Dalle canalette si dovranno derivare delle tubazioni in P.V.C. per alimentare le utenze di illuminazione, forza motrice e speciali.

I quadri del piano terreno e del piano primo saranno costituiti da una sezione normale, da una sezione illuminazione di sicurezza e da una sezione di continuità. I cavi della sezione normale e continuità avranno caratteristiche di bassa emissione di gas e fumi tossici in caso di incendio tipo FG7OM1, mentre quelli relativi alla illuminazione di sicurezza sottesi a UPS avranno caratteristiche di resistenza al fuoco tipo FTG10OM1.

#### *Illuminazione normale e sicurezza*

L'illuminazione normale sarà costituita da apparecchi illuminanti da incasso ed esterno per controsoffitto secondo queste tipologie:

- apparecchi illuminanti a led 55W con schermo antiriflesso per v.t. negli uffici
- apparecchi illuminanti a led 41W con schermo opale per locali di servizio e corridoi
- apparecchi illuminanti a fila continua da incasso 39/54W per reception e scale
- apparecchi illuminanti tipo faretti 35/70 W per illuminazione giardino
- apparecchi da incasso 15W per locali di servizio
- apparecchi illuminanti da 1W da incasso per scale

Gli apparecchi illuminanti per uffici con video terminali saranno comandati tramite pulsanti con regolazione luminosa, gli altri apparecchi illuminanti saranno comandati tramite pulsanti o tramite interruttori.

Gli apparecchi illuminanti di sicurezza saranno costituiti da lampade 24W con batterie al nichel-cadmio autonomia 2h e da una parte degli apparecchi illuminanti precedentemente descritti sottesi al gruppo di continuità dell'illuminazione di sicurezza.

In caso di mancanza della tensione, l'illuminazione di sicurezza sarà garantita a tempo 0 sia dalle lampade autoalimentate che dalle lampade sottese ai circuiti di sicurezza. In soccorso degli UPS dopo 30" al mancare della tensione si dovrà inserire il gruppo elettrogeno come alimentazione di riserva.

#### *Forza motrice prese per postazioni e di servizio*

La forza motrice prese per postazioni e per prese di servizio sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- prese di servizio per corridoi e servizi tipo universali da 2x16A+T da incasso a parete
- torrette a pavimento per uffici con n.4 prese universali 2x16A+T
- torrette a pavimento per sale operative PCC con n.8 prese universali 2x16A+T

Gli impianti prese saranno derivati dai quadri di piano tramite circuiti monofasi o trifasi più neutro con cavi multipolari FG7OM1 posati entro le canalette metalliche sotto pavimento galleggiante, i circuiti prese saranno protetti tramite interruttori differenziali 30mA



### *Forza motrice per impianti meccanici*

La forza motrice per gli impianti elettrici al servizio degli impianti meccanici sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- circuito di alimentazione per centrale termica
- circuito di alimentazione per refrigeratore 1
- circuito di alimentazione per refrigeratore 2
- circuito di alimentazione per unità trattamento aria uffici P.C.C. e D.E.
- circuiti di alimentazione per ventilo convettori

### *Rivelazione incendio*

Gli impianti di rivelazione incendio saranno costituiti da:

- rivelatori ottici di fumo per soffitto e controsoffitto
- centrale indirizzata a due zone
- rivelatori per unità trattamento aria
- pulsanti allarme evacuazione
- allarme acustico
- allarme ottico
- sistema di diffusione sonora per allarme evacuazione
- cavi loop resistenti al fuoco
- rivelatori per pavimento galleggiante
- moduli di corto circuito
- moduli indirizzati di comando
- piastre di ritenuta porte tagliafuoco

### *Impianto di Video sorveglianza*

Gli impianti di videosorveglianza saranno costituiti da:

- telecamere per interno ed esterno con indirizzo IP
- monitor LCD per selezione immagini
- swicth per trasmissione immagini
- videoregistratore per immagini
- software di gestione impianto
- work station per gestione impianto
- cavi in categoria 6 e fibra ottica per distribuzione immagini

### *Impianto di Video citofono*

Gli impianti di video citofonia saranno costituiti da:

- pulsantiera esterna con telecamera
- monitor LCD interno per video citofono uffici piano terra e primo
- alimentatore videocitofonico
- cavi bus di collegamento

## 26.9 Uffici OK GOL

### *Distribuzione primaria*

Il quadro di distribuzione degli uffici sarà posizionato all'interno della cabina a 5,5kV e dovrà alimentare i seguenti quadri :

- quadro generale uffici piano terra
- quadro centrale di ventilazione uffici

### *Distribuzione secondaria*

Il quadro generale del piano terra dovrà alimentare tutti i circuiti relativi agli impianti di illuminazione, forza motrice e speciali, la distribuzione degli impianti sarà realizzata tramite canalette metalliche zincate con processo sendzimir posizionate sotto il pavimento galleggiante e nel controsoffitto dei corridoi. Si dovranno installare canalette metalliche zincate per circuiti energia normale, privilegiata, sicurezza e per impianti speciali.

Dalle canalette si dovranno derivare delle tubazioni in P.V.C. per alimentare le utenze di illuminazione, forza motrice e speciali.

I quadri del piano terreno saranno costituiti da una sezione normale, da una sezione illuminazione di sicurezza. I cavi della sezione normale e continuità avranno caratteristiche di bassa emissione di gas e fumi tossici in caso di incendio tipo FG7OM1.

### *Illuminazione normale e sicurezza*

L'illuminazione normale sarà costituita da apparecchi illuminanti da incasso ed esterno per controsoffitto secondo queste tipologie:

- apparecchi illuminanti a led 55W con schermo antiriflesso per v.t. negli uffici
- apparecchi illuminanti a led 41W con schermo opale per locali di servizio e corridoi
- apparecchi illuminanti a fila continua da incasso 39/54W per reception
- apparecchi illuminanti tipo faretti 35/70 W per illuminazione giardino
- apparecchi da incasso 15W per locali di servizio

Gli apparecchi illuminanti per uffici con video terminali saranno comandati tramite pulsanti con regolazione luminosa, gli altri apparecchi illuminanti saranno comandati tramite pulsanti o tramite interruttori.

Gli apparecchi illuminanti di sicurezza saranno costituiti da lampade 24W con batterie al nichel-cadmio autonomia 2h e da una parte degli apparecchi illuminanti precedentemente descritti sottesi al gruppo di continuità dell'illuminazione di sicurezza.

In caso di mancanza della tensione, l'illuminazione di sicurezza sarà garantita a tempo 0 dalle lampade autoalimentate.

### *Forza motrice prese per postazioni e di servizio*

La forza motrice prese per postazioni e per prese di servizio sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- prese di servizio per corridoi e servizi tipo universali da 2x16A+T da incasso a parete
- torrette a pavimento per uffici con n.4 prese universali 2x16A+T

Gli impianti prese saranno derivati dai quadri di piano tramite circuiti monofasi o trifasi più neutro con cavi multipolari FG7OM1 posati entro le canalette metalliche sotto

pavimento galleggiante, i circuiti prese saranno protetti tramite interruttori differenziali 30mA

#### *Forza motrice per impianti meccanici*

La forza motrice per gli impianti elettrici al servizio degli impianti meccanici sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- circuito di alimentazione per centrale termica
- circuito di alimentazione per refrigeratore 1
- circuito di alimentazione per refrigeratore 2
- circuito di alimentazione per unità trattamento aria uffici OK GOL
- circuiti di alimentazione per ventilo convettori

#### *Rivelazione incendio*

Gli impianti di rivelazione incendio saranno costituiti da:

- rivelatori ottici di fumo per soffitto e controsoffitto
- centrale indirizzata a due zone
- rivelatori per unità trattamento aria
- pulsanti allarme evacuazione
- allarme acustico
- allarme ottico
- sistema di diffusione sonora per allarme evacuazione
- cavi loop resistenti al fuoco
- rivelatori per pavimento galleggiante
- moduli di corto circuito
- moduli indirizzati di comando
- piastre di ritenuta porte tagliafuoco

#### *Impianto di Video sorveglianza*

Gli impianti di videosorveglianza saranno costituiti da:

- telecamere per interno ed esterno con indirizzo IP
- monitor LCD per selezione immagini
- swith per trasmissione immagini
- videoregistratore per immagini
- software di gestione impianto
- work station per gestione impianto
- cavi in categoria 6 e fibra ottica per distribuzione immagini

#### *Impianto di Video citofono*

Gli impianti di video citofonia saranno costituiti da:

- pulsantiera esterna con telecamera
- monitor LCD interno per video citofono uffici piano terra
- alimentatore videocitofonico
- cavi bus di collegamento

### *Impianto di cablaggio strutturato*

Gli impianti di cablaggio strutturato saranno costituiti da:

- prese RJ45 con cavo UTP categoria 6 per circuiti trasmissione dati e telefonia
- armadio di cablaggio strutturato completo di parti attive e passive
- collegamenti ai pacht pannel con bretelle in cavo utp categoria 6
- cavi di alimentazione 230V per armadio

### **26.10 Uffici posto di controllo centralizzato**

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per rete office secondo il dettaglio seguente:

- a) n. 2 WS-C4506-E Cat4500 E-Series 6-Slot Chassis, fan, no ps
- b) n.2 WS-X45-SUP6L-E atalyst 4500 E-Series Sup 6-E Lite 2x10GE(X2) w/ Twin Gig
- c) n.2 WS-X4606-X2-E Catalyst 4500 E-Series 6-Port 10GbE (X2)
- d) n.4 WS-X4548-GB-RJ45= Catalyst 4500 Enhanced 48-Port 10/100/1000 Base-T (RJ-45)
- e) n.4 PWR-C45-1000AC Catalyst 4500 1000W AC Power Supply Data Only) Spare
- f) n.2 X2-10GB-SR 10GBASE-SR X2 Module -33mt.
- g) n.2 X2-10GB-ER 10GBASE-ER X2 Module -40 KM
- h) n.2 X2-10GB-ZR 10GBASE-ZR X2 Module -80 KM
- i) n.1 installazione e configurazione

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per rete telefonica secondo il dettaglio seguente:

Sistema Aastra 5000

AASTRA XD DUPLEX in modulo da 10 U equipaggiato di base con:

- 2 alimentatori,
- 2 schede UCVD con VoIP gateway e SIP Proxy integrati,
- Compact Flash 1 GB per Voice Mail 8 canali, 1800 minuti e 5 lingue
- porta Ethernet,
- 3 porte USB,
- risponditore di cortesia 64 messaggi e 14 minuti
- licenza per sistema di management monosito AMP,
- 5 licenze utenti IP Generic,
- 5 licenze i2052 CTI
- licenze LDAP directory per 500 record,
- buffer per la memorizzazione di 30.000 records

Complessivamente, secondo le richieste da Voi formulate, vengono pertanto forniti:

Linee esterne

04 linee ISDN

Linee interne

32 Derivati interni analogici

32 Derivati interni digitali

Linee VoIP

50 licenze Generic IP (SIP, H323, IP prop.)

Accessori:

- Sistema di Risponditore di Cortesia (Musica di Attesa e Risponditore Giorno\Notte) - (64 messaggi – 14') sincronizzato ed integrato (i cui messaggi possono essere telecaricati da remoto),
- Sistema di Caselle Vocali integrato (4 accessi - 240 caselle - 600' di registrazione) (ampliabile a 8 accessi 600 caselle vocali 1800' di registrazione),
- SW per l'attivazione della funzione IVR-POA (4 accessi, 7 livelli, 67 nodi, 3 lingue).

Equipaggiamento software del sistema Aastra: Release R 5.2

Dispositivi a corredo dell'hardware

Completano la fornitura i seguenti dispositivi:

- Telediagnosi e telegestione da remoto via IP o ISDN;
- Protezioni sulle linee urbane analogiche (solo nel caso la centrale offerta sia equipaggiata con linee urbane analogiche);
- Batterie di adeguata capacità (opzionali);
- Cavi di collegamento e accessori di montaggio;

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per videowall secondo il dettaglio seguente:

- Projection Modules
  - 1) CGP-BCMC-OL OL-series: BCMC wall router
  - 2 )R9845025 OL-521 projection module, 50", HD, T3
  - 3 )R983660 OL-Series: LIC Sense6
  - 4 )CGP-SUP1200-OL5 OL- series Support 1200mm, 50 system
  - 5 )CGP-CUR0-OL OL 50": Linear Setup
- Graphical controller Hardware
  - 6 )R9839000\_00X ECU-100 controller
  - 7 )R9861447 Cable DVI-D Dual Link Copper 20m
  - 8 )CGP-OUT-ECU ECU-4HDOUT graphic card
  - 9 )CGP-VID-ECU ECU-8VID video input card
  - 10) RINF-ECU-OUTPUTS number of outputs (channel)
  - 11 )RINF-ECU-SD-INP number of SD video inputs (channel)
  - 12 )RINF-ECU-MAINS ECU-100 power cable Europe 1
  - 13 )RINF-ECU-KBM-UK ECU-100 KBM UK 1
- Software
  - 14 )CGP-ECU-CMS ECU-100 CMS software 1
  - 15 )R9832702 TFN CMS2 VIEWER LICENSE
  - 16 )R9832698 TFN CMS2 DISPLAY LICENSE
  - 17 )R9832703 TFN CMS2 LEGACY API LICENSE
  - 18) DECODER AiVu Client D
  - 19) servizi di installazione

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per gestione audio secondo il dettaglio seguente:

- n. 2 amplificatori per diffusione ( sala e pcc ) Peavey MMA 875T o equivalente
- n. 4 altoparlanti sala crisi e PCC electronics 2 con staffa e cavi o equivalente
- n. 1 microfono

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per postazione operatore :

Precision T3600 : Standard 425W Base EURDell UltraSharp U2412M 61cm(24") LED monitor VGA,DVI,DP (1920x1200) Black ITL 3Y Premium Panel Exchange Service – Ultrasharp/Professional Tier EURBase warranty - Ultrasharp Tier 3

1Processor : Intel Xeon Processor E5-1603 (Quad Core, 2.80GHz, 10MB) (ZR)1Memory : 4GB (2x2GB) 1600MHz DDR3 Non-ECC (ZR)1Hard Drive : 250GB 3.5inch Serial ATA (7.200 Rpm) Hard Drive (ZR)1HDD Controller : PERC H310 SATA/SAS Controller for Dell Precision (ZR)1HDD Controller : Integrated Intel chipset controller (ZR)1HDD Configuration : C1 SATA 3.5inch, 1-2 Hard Drives (ZR)1Unità ottica : 8x Slimline DVD+/-RW unità (ZR)2Display : Dell UltraSharp U2412M 61cm(24") LED monitor VGA,DVI,DP (1920x1200) Black ITL (ZR)1Scheda grafica : 2 GB AMD FirePro W5000 (2 DP e 1 DVI-I) (2 adattatori DP-DVI) (MRGA19LB) (ZR)1Speakers : External Dell AX510 Soundbar - only for Ultrasharp monitors Black (10W) (ZR)1Mice : Dell Optical (Not Wireless), Scroll USB (3 buttons scroll) Black Mouse (ZR)1Tastiera : italiano (QWERTY) Dell KB212-B QuietKey USB tastiera nera (ZR)1Raid Type : No RAID (ZR) Software1Resource DVD : Precision T3600 Diagnostics and Drivers (ZR)1Operating System : Windows 7 Professional (64Bit) Italian (ZR)1OS Media : Windows 7 Professional (64Bit) MUI Resource DVD (ZR)1System Management : No Out-of-Band Systems Management (ZR)1AntiVirus : Trend Micro Titanium (30 Day trial) Software MUI (DK,NL,UK,FR,DE,GR,IT,NO,SE,RU,ES,TR) (ZR) Servizi1Base Warranty (ZR)13Yr Basic Warranty - Next Business Day - Minimum Warranty (ZR)13Yr ProSupport and Next Business Day On-Site Service (ZR) Dell UltraSharp U2412M 61cm(24") LED monitor VGA,DVI,DP (1920x1200) Black ITLQ.tà::

- n. 5 work station per postazione operatore DELL precision rack WS o equivalente
- n. 18 monitor 24" LCD piatti per postazione operatore
- n. 10 audio per postazione operatore
- q.b. cavi di collegamento
- n.5 minidecoder sw Aitek mini decvrsr o equivalente

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per sistema scada :

n.1) Intel Xeon E5-2430 2.20GHz, 15M Cache, 7.2GT/s QPI, Turbo, 6C, 95W (ZR)1PCIE Riser for Chassis with 2 Proc (ZR)13.5" Chassis (ZR)

n.1)1 Bezel (ZR)1Performance Optimized (ZR)11333 MHz RDIMMs (ZR)28GB RDIMM, 1333 MHz, Low Volt, Dual Rank, x4 (ZR)

n.1) Intel Xeon E5-2430 2.20GHz, 15M Cache, 7.2GT/s QPI, Turbo, 6C, 95W (ZR)

n.2) 1.2TB, SAS 6Gbps, 2.5-in, 10K RPM Hybrid Hard Drive (Hot-plug) in 3.5-in Carrier (ZR)1PERC H710 Integrated RAID Controller, 512MB NV Cache (ZR)2Heat Sink,PowerEdge (ZR)116X DVD+/-RW Drive SATA (ZR)

n.1) Dual, Hot-plug, Redundant Power Supply (1+1), 495W (ZR)1Power Distribution Board for Hot Plug Power Supplies (ZR)22M Rack Power Cord C13/C14 12A (ZR)

n.1) 1SAS Cable for Hardware RAID (ZR)1On Board Network Adapter (ZR)1ReadyRails Sliding Rails With Cable Management Arm (ZR)

n.1) iDRAC7 Enterprise (ZR)1iDRAC Port Card (ZR) Software

n.1) Performance BIOS Setting (ZR) Servizi1Base Warranty (ZR)13Yr Basic Warranty - Next Business Day - Minimum Warranty (ZR)

n.1) Yr ProSupport and 4hr Mission Critical (ZR)1Declined Remote Advisory

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per sistema smoke :

- n. 4 vrf smoke server ascom o equivalente
- n. 1 porting ( attività varie )

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per sistema emergenza sos :

n.1) Sistema ASTRO-Server/Client configurato con software VNC e di gestione della diagnostica completo di monitor e tastiera, per svolgere tutte le attività di tele-programmazione, tele-controllo, diagnostica sugli apparecchi di emergenza digitali. Registrazione audio delle conversazioni, con relativi tools per la ricerca ed ascolto delle conversazioni, invio messaggi pre-registrati

n.1 )TONO-IP/8: Posto Operatore digitale equipaggiato con interfaccia Ethernet RJ45, display per la visualizzazione del numero chiamante, 8 tasti funzione programmabili, microtelefono, tastiera, microfono ed altoparlante integrati per conversazioni a viva-voce. L'apparecchio può essere alimentato tramite PoE e/o localmente (ingresso da 12 a 56 VDC).

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per sistema GSM :

- n. 1 GSM server Aitek o equivalente
- n. 1 porting ( attività varie )

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per sistema METEO :

- n. 1 server sistema dati meteo Boshung su server virtuali o equivalente
- n. 1 software sistema meteo Borrma o equivalente

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per sistema RADIO :

POS.01 N.01 Armadio ripetitori

POS.02 N.1 Master SITAF, composto da:

POS.03 N.1 Master P.S.

POS.04 N.1 Master VVF

POS.05 N.03 Apparatr tranciever ottico

POS.06 Sistema di antenne

POS.07 Consolle Operatore

POS.08 Registrazione

Fornitura e posa in opera di apparecchiature per SALA CRISI :

n.1 ) NOBO - Schermo proiettore (motorizzato) - 94 pollici ( 240 cm )- 4:3

n.1) IT GFX Freight Zero Cost

n.1) Dell 7700FullHD Advanced Projector

Fornitura e posa in opera di armadi per parti attive e passive da installare nel LOCALE TECNICO :

- n.1) NetBotz Rack Monitor 200 (with 120/240V Powe
- n.5) APC Temperature & Humidity Sensor
- n.1) APC Netbotz Rack Access PX - HID
- n.6) RACK 42NetShelter SX 42U 750mm Wide x
- n.6) Rack PDU 2G, Metered, ZeroU, 16A, 230V, (18) C13 & (2) C19, IEC309
- Accessori di fissaggio e montaggio

Agli armadi di cablaggio strutturato si dovranno collegare i seguenti circuiti in fibra ottica:

- Fibra 48 fibre Sitaf direzione salita cavo A
- Fibra 48 fibre Sitaf direzione salita cavo B
- Fibra 48 fibre Sitaf direzione discesa cavo A
- Fibra 48 fibre Sitaf direzione discesa cavo B
- Fibra 108 fibre Pirelli cavo A
- Fibra 108 fibre Pirelli cavo B
- Fibra 108 fibre Starlite cavo A
- Fibra 108 fibre Starlite cavo B

I nuovi cavi di fibra Sitaf a 48 fibre , A e B, saranno posati a partire dalla cabina TR03 di Avigliana e TR 04 di Prapontin, si dovranno attestare nei nuovi armadi di fibra del PCC. Quindi nel nuovo PCC saranno a disposizione due cavi tipo A e due cavi tipo B.

I quattro cavi di fibra ottica internazionale , Pirelli A e B , Starlite A e B saranno derivati direttamente dai pozzetti di giunzione piu vicini, come indicato in modo esautivo sulle tavole grafiche. Quindi saranno derivati in parallelo quattro cavi a 108 fibre Pirelli A+B ,Starlite A+B ai nuovi armadi di fibra del PCC.

Tutti gli impianti sopra descritti dovranno essere funzionanti e installati perfettamente alla regola dell'arte.

## 26.11 Stazione di servizio

### *Distribuzione primaria*

Il quadro di ditribuzione della stazione sarà posizionato all'interno della cabina a 15kV e dovrà alimentare i seguenti quadri :

- quadro generale piano terra
- quadro refrigeratore 1 e 2
- quadro impianto fotovoltaico per pensiline parcheggio e pensilina

Il quadro generale della stazione al piano terra sarà posizionato all'interno della stazione e dovrà alimentare i seguenti quadri :

- quadro generale climatizzazione
- quadro forza motrice cucina
- sezione UPS
- circuiti luce e forza motrice stazione



- circuiti luce e forza motrice bar
- circuiti luce cucina

#### *Distribuzione secondaria*

Il quadro generale del piano terra dovrà alimentare il quadro del piano primo e tutti i circuiti relativi agli impianti di illuminazione, forza motrice e speciali, la distribuzione degli impianti sarà realizzata tramite canalette metalliche zincate con processo sendzimir posizionate nel controsoffitto dei corridoi. Si dovranno installare canalette metalliche zincate per circuiti energia normale, privilegiata, sicurezza e per impianti speciali.

Dalle canalette si dovranno derivare delle tubazioni in P.V.C. per alimentare le utenze di illuminazione, forza motrice e speciali.

I quadri del piano terreno e del piano primo saranno costituiti da una sezione normale, da una sezione illuminazione di sicurezza e da una sezione di continuità. I cavi della sezione normale e continuità avranno caratteristiche di bassa emissione di gas e fumi tossici in caso di incendio tipo FG7OM1, mentre quelli relativi alla illuminazione di sicurezza sottesi a UPS avranno caratteristiche di resistenza al fuoco tipo FTG10OM1.

#### *Illuminazione normale e sicurezza*

L'illuminazione normale sarà costituita da apparecchi illuminanti da incasso ed esterno per controsoffitto secondo queste tipologie:

- apparecchi illuminanti a led 55W con schermo antiriflesso per v.t. negli uffici
- apparecchi illuminanti a led 41W con schermo opale per locali di servizio e corridoi
- apparecchi illuminanti a fila continua da incasso 39/54W per self service
- apparecchi illuminanti tipo faretti 70W con specchio per self service
- apparecchi illuminanti tipo faretti 35W per scaffali vendita
- apparecchi da incasso 29W per locali di servizio
- apparecchi illuminanti da 10W da incasso per bar
- apparecchi illuminanti da 22+40W per market
- apparecchi illuminanti da 4x24+2x24W per market
- apparecchi illuminanti da 4x24+4x39W per market
- apparecchi illuminanti da 3W da incasso esterno per stazione

Gli apparecchi illuminanti per uffici con video terminali saranno comandati tramite pulsanti con regolazione luminosa, gli altri apparecchi illuminanti saranno comandati tramite pulsanti o tramite interruttori.

Gli apparecchi illuminanti di sicurezza saranno costituiti da lampade 24W con batterie al nichel-cadmio autonomia 2h e da una parte degli apparecchi illuminanti precedentemente descritti sottesi al gruppo di continuità dell'illuminazione di sicurezza.

In caso di mancanza della tensione, l'illuminazione di sicurezza sarà garantita a tempo 0 sia dalle lampade autoalimentate che dalle lampade sottese ai circuiti di sicurezza.

#### *Forza motrice prese per postazioni e di servizio*

La forza motrice prese per postazioni e per prese di servizio sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- prese di servizio per corridoi e servizi tipo universali da 2x16A+T da incasso a parete per zona comuni e locali comuni
- torrette a pavimento per uffici con n.4 prese universali 2x16A+T
- prese interbloccate 2x16A+T per zona cucina, bar e self service
- prese interbloccate 3x16A+N+T per cucina, bar e self service

Gli impianti prese saranno derivati dai quadri di piano tramite circuiti monofasi o trifasi più neutro con cavi multipolari FG7OM1 posati entro le canalette metalliche a soffitto, i circuiti prese saranno protetti tramite interruttori differenziali 30mA posati entro i quadri di zona.

#### *Forza motrice per impianti meccanici*

La forza motrice per gli impianti elettrici al servizio degli impianti meccanici sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- circuito di alimentazione per centrale termica
- circuito di alimentazione per refrigeratore 1
- circuito di alimentazione per refrigeratore 2
- circuito di alimentazione per unità trattamento aria cucina, self service, market e bar
- circuiti di alimentazione per ventilo convettori

#### *Rivelazione incendio*

Gli impianti di rivelazione incendio saranno costituiti da:

- rivelatori ottici di fumo per soffitto e controsoffitto
- centrale indirizzata a due zone
- rivelatori per unità trattamento aria
- pulsanti allarme evacuazione
- allarme acustico
- allarme ottico
- sistema di diffusione sonora per allarme evacuazione
- cavi loop resistenti al fuoco
- rivelatori per pavimento galleggiante
- moduli di corto circuito
- moduli indirizzati di comando
- piastre di ritenuta porte tagliafuoco

#### *Impianto di Video sorveglianza*

Gli impianti di videosorveglianza saranno costituiti da:

- telecamere per interno ed esterno con indirizzo IP
- monitor LCD per selezione immagini
- swith per trasmissione immagini
- videoregistratore per immagini
- software di gestione impianto
- work station per gestione impianto
- cavi in categoria 6 e fibra ottica per distribuzione immagini

### *Impianto di cablaggio strutturato*

Gli impianti di cablaggio strutturato saranno costituiti da:

- prese RJ45 con cavo UTP categoria 6 per circuiti trasmissione dati e telefonia
- armadio di cablaggio strutturato completo di parti attive e passive
- collegamenti ai pacht pannel con bretelle in cavo utp categoria 6
- cavi di alimentazione 230V per armadio

## **26.12 Petrolifera**

### *Distribuzione primaria*

Il quadro di distribuzione della petrolifera sarà posizionato all'interno della cabina a 15kV e dovrà alimentare i seguenti quadri :

- quadro generale piano terra

Il quadro generale della petrolifera sarà posizionato all'interno della petrolifera e dovrà alimentare i seguenti circuiti:

- quadro forza motrice pompe
- circuiti luce e forza motrice petrolifera
- circuiti luce pensilina

### *Distribuzione secondaria*

Il quadro generale del piano terra dovrà alimentare tutti i circuiti relativi agli impianti di illuminazione, forza motrice e speciali, la distribuzione degli impianti sarà realizzata tramite canalette metalliche zincate con processo sendzimir posizionate nel controsoffitto. Si dovranno installare canalette metalliche zincate per circuiti energia normale, privilegiata, sicurezza e per impianti speciali.

Dalle canalette si dovranno derivare delle tubazioni in P.V.C. per alimentare le utenze di illuminazione, forza motrice e speciali.

Il quadro del piano terreno sarà costituito da una sezione normale e da una sezione illuminazione di sicurezza. I cavi della sezione normale e continuità avranno caratteristiche di bassa emissione di gas e fumi tossici in caso di incendio tipo FG7OM1.

### *Illuminazione normale e sicurezza*

L'illuminazione normale sarà costituita da apparecchi illuminanti da incasso ed esterno per controsoffitto secondo queste tipologie:

- apparecchi illuminanti a led 55W con schermo antiriflesso per v.t. negli uffici
- apparecchi illuminanti a led 41W con schermo opale per locali di servizio e corridoi
- apparecchi illuminanti da 22+40W per market
- apparecchi illuminanti da 4x24+2x24W per market
- apparecchi illuminanti da 89W da incasso esterno per pensilina carburante

Gli apparecchi illuminanti saranno comandati tramite pulsanti o tramite interruttori.

Gli apparecchi illuminanti di sicurezza saranno costituiti da lampade 24W con batterie al nichel-cadmio autonomia 2h e da una parte degli apparecchi illuminanti precedentemente descritti sottesi al gruppo di continuità dell'illuminazione di sicurezza.

In caso di mancanza della tensione, l'illuminazione di sicurezza sarà garantita a tempo 0 dalle lampade autoalimentate.

#### *Forza motrice prese per postazioni e di servizio*

La forza motrice prese per postazioni e per prese di servizio sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- prese di servizio per corridoi e servizi tipo universali da 2x16A+T da incasso a parete per zona comuni e locali comuni
- torrette a pavimento per uffici con n.4 prese universali 2x16A+T

Gli impianti prese saranno derivati dai quadri di piano tramite circuiti monofasi o trifasi più neutro con cavi multipolari FG7OM1 posati entro le canalette metalliche a soffitto, i circuiti prese saranno protetti tramite interruttori differenziali 30mA posati entro i quadri di zona.

#### *Forza motrice per impianti meccanici*

La forza motrice per gli impianti elettrici al servizio degli impianti meccanici sarà costituita dalle seguenti apparecchiature:

- circuito di alimentazione per boiler
- circuiti di alimentazione per ventilo convettori

#### *Rivelazione incendio*

Gli impianti di rivelazione incendio saranno costituiti da:

- rivelatori ottici di fumo per soffitto e controsoffitto
- centrale indirizzata a due zone
- rivelatori per unità trattamento aria
- pulsanti allarme evacuazione
- allarme acustico
- allarme ottico
- sistema di diffusione sonora per allarme evacuazione
- cavi loop resistenti al fuoco
- rivelatori per pavimento galleggiante
- moduli di corto circuito
- moduli indirizzati di comando
- piastre di ritenuta porte tagliafuoco

#### *Impianto di Video sorveglianza*

Gli impianti di videosorveglianza saranno costituiti da:

- telecamere per interno ed esterno con indirizzo IP
- monitor LCD per selezione immagini
- swith per trasmissione immagini

- videoregistratore per immagini
- software di gestione impianto
- work station per gestione impianto
- cavi in categoria 6 e fibra ottica per distribuzione immagini

#### *Impianto di cablaggio strutturato*

Gli impianti di cablaggio strutturato saranno costituiti da:

- prese RJ45 con cavo UTP categoria 6 per circuiti trasmissione dati e telefonia
- armadio di cablaggio strutturato completo di parti attive e passive
- collegamenti ai pacht pannel con bretelle in cavo utp categoria 6
- cavi di alimentazione 230V per armadio

### **26.13 Impianto fotovoltaico**

Fornitura e posa in opera di quadro bassa tensione fotovoltaico per impianto fotovoltaico:

- n.2 carpenterie metalliche a pavimento dimensioni 2106x2000x465mm
- apparecchiature a 400V 15kA trifase più neutro
- n.15 quadri di campo per tre stringhe codice PVSINVAB o equivalente
- montaggio e collegamento quadri di campo
- n.15 inverter da 15kW Conex TL20kW o equivalente
- montaggio e collegamento inverter in campo
- cavi e collegamenti per rendere l'opera perfettamente funzionante

Fornitura e posa in opera di copertura per 29 posti auto:

- struttura dimensionata per impianto da 29 posti auto
- pannelli da dimensione 1652x995mm
- totali pannelli 264
- altezza utile copertura 2,5m
- profondità 6,19m
- larghezza utili 4,70
- inclinazione struttura 15°

Fornitura e posa in opera di copertura per 54 posti auto:

- struttura dimensionata per impianto da 54 posti auto
- pannelli da dimensione 1652x995mm
- totali pannelli 492
- altezza utile copertura 2,5m
- profondità 6,19m
- larghezza utile 4,70
- larghezza posto auto 2,35
- inclinazione struttura 15°

Fornitura e posa in opera di pannello fotovoltaico per posti auto o per copertura pensilina petrolifera:

- pannello da 250Wp ( policristallino)
- modello tipo Conergy Poweplus o equivalente
- casa costruttrice Conergy Italia SpA o equivalente
- montaggio e collegamento su strutture predisposte

## 26.14 Verifiche elettriche

La verifica riguarda quelle operazioni tecniche necessarie per accertare se l'impianto elettrico è conforme alla regola d'arte e al progetto .

Le verifiche agli impianti elettrici sono previste dal DPR 547/55 dalla Legge 46/90 dalle norme CEI 64-8 , CEI 64-4 CEI 11-8 CEI 11-1, CEI 64-2 e condotte secondo le modalità e le indicazioni previste nelle norme stesse sopracitate e le guide CEI .

Le prove e le verifiche strumentali saranno eseguite con strumentazione la cui modalità di funzionamento risponda alle prescrizioni previste nelle citate norme Cei unitamente al certificato di taratura dello strumento eseguita dalla casa costruttrice o altri Enti certificati.

Le verifiche si suddividono sostanzialmente in:

Verifiche iniziali eseguite al momento del collaudo di nuovo impianto;

Verifiche periodiche (di sicurezza) secondo la periodicità prevista dalle norme e Leggi soprannominate;

Verifiche straordinarie eseguite in base a particolari eventi e situazioni impiantistiche per cui si reputi opportuno un controllo delle funzionalità e/o della sicurezza dell'impianto.

Per ciascuna prova si trascriveranno i risultati su specifico modulo e/o tabella per il commento finale. Le verifiche periodiche saranno trascritte nel registro delle verifiche così come previsto dalla norma CEI.

### 26.14.1 *Riferimenti alle norme vigenti e qualità dei materiali*

Le opere ed i materiali dovranno essere conformi:

D.P.R. n° 547 del 27/4/1955;

Legge n° 186 del 1/3/1968;

D.M. n° 37 del 22/01/2008;

D.L. n° 696 del 19/9/1994 ed integrazioni (esclusivamente per quanto di pertinenza elettrica);

Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Inoltre dovranno essere conformi alle prescrizioni degli Enti preposti al controllo dei vari impianti nella zona nella quale i lavori verranno effettuati ed in particolare a quelle dell'Ispettorato del Lavoro, dell'U.S.S.L., dei Vigili del Fuoco, dell'ENEL.

In particolare si richiamano qui di seguito, a titolo esemplificativo e non limitativo, alcune delle normative CEI (da intendersi nell'ultima edizione e comprensive di eventuali fascicoli di varianti) più ricorrenti nell'ambito degli impianti in oggetto.

UNI 11248: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche (2007)

UNI 10819: Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso (Marzo 1999)

Legge regionale N.31 del 24 Marzo 2000: “Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”

Legge regionale N.8 del 23 Marzo 2004: “Modificazioni alla legge regionale 24 marzo 2000, n. 31 (Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche)”

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in c.c. (7°Edizione-Maggio 2012) e successive varianti

CEI 11-17: Linee in cavo (2°Edizione-Luglio 1997)

CEI 20-22II: Prove d'incendio sui cavi elettrici

CEI 17-5: Interruttori automatici per c.a. e tensione nominale non superiore a 1000V e per c.c. e tensione nominale non superiore a 1200V (6° Edizione-Ottobre 1998)

CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) (4°Edizione-Novembre 2000)

CEI 23-3: Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione nominale non superiore a 415V in c.a.) (4°Edizione-Marzo 1999)

23-54: Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche-Parte 2-1: Prescrizioni particolari per i sistemi di tubi rigidi ed accessori (1°Edizione-Ottobre 1996)

CEI 34-21: Apparecchi di illuminazione-Parte 1°: Prescrizioni generali e prove (7°Edizione-Aprile 2001)

CEI 34-22: Apparecchi di illuminazione-Parte 2-22: Prescrizioni particolari apparecchi di emergenza (3°Edizione-Aprile 1999)

CEI 34-23: Apparecchi di illuminazione-Parte 2°: Prescrizioni particolari apparecchi fissi per uso generale (2°Edizione-Ottobre 1997)

UNI-EN 40/1: Pali per illuminazione. Termini e definizioni (31/3/1992)

UNI-EN-40/3-1: Pali per illuminazione pubblica-Progettazione e verifica-Specifica dei carichi caratteristici (31/5/2001)

UNI-EN-40/3-2: Pali per illuminazione pubblica-Progettazione e Verifica tramite prova (31/5/2001)

UNI-EN 40/5: Pali per illuminazione pubblica-Specifiche per pali per illuminazione pubblica in acciaio (31/5/2001)

Tutti i materiali e le apparecchiature utilizzate per la realizzazione degli interventi in oggetto saranno adatti all'ambiente di installazione e rispondenti alle relative Norme CEI-UNEL, ove esistano.

In ogni caso, materiali ed apparecchiature saranno nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, dotati del Marchio CE e, se concesso per la loro specifica categoria merceologica, di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) o di altra Certificazione o Marchio equivalente.

#### **26.14.2 Software utilizzati**

I calcoli di dimensionamento elettrici sono stati elaborati con il programma software PROGETTO INTEGRA della Exel S.r.l. che consente:

Verifica della portata del cavo

Calcolo delle correnti di corto circuito trifasi, bifasi e monofasi fra fase e neutro e fase e terra

Verifica della protezione contro il sovraccarico ed il corto circuito del cavo

Verifica della protezione contro i contatti indiretti

Determinazione della caduta di tensione lungo la linea.

Detto programma non ha vincoli con specifiche caratteristiche delle apparecchiature pertanto i suoi risultati hanno validità assolutamente generale.

A vantaggio della sicurezza nel dimensionamento delle linee elettriche in cavo, nelle procedure di calcolo suindicati si è ipotizzato il prelievo della piena potenza al fondo delle linee di distribuzione dell'energia.

Per quanto riguarda i calcoli illuminotecnici, invece, ci si è avvalsi dei programmi applicativi proprietari: DIALUX della ditta DIAL. Il programma è tecnicamente molto valido ed il risultato a cui conduce (illuminanti puntuali, illuminanti medi, uniformità, luminanze) non è significativamente dissimile da quello calcolato con programmi di altre Case Costruttrici.

Resta dunque inteso che gli specifici apparecchi illuminanti impiegati nei calcoli non costituiscono una scelta obbligata per l'Impresa esecutrice, ma unicamente l'individuazione delle caratteristiche costruttive generali tecnico-qualitative degli apparecchi, nonché dei valori illuminotecnici da conseguire.

Sarà pertanto possibile in fase di esecuzione proporre l'impiego di prodotti equivalenti di altri Costruttori, che, ovviamente, dovranno possedere i requisiti costruttivi richiesti e conseguire i risultati illuminotecnici prescritti.

- Interruttore generale magnetotermico quadripolare con bobina di sgancio.
- Relè differenziale a riarmo automatico.
- Contattore quadripolare di inserzione linea.
- Interruttore magnetotermico bipolare protezione circuiti ausiliari.
- Selettore di funzionamento manuale/automatico (by-pass crepuscolare).
- Fotocellula crepuscolare, in back-up all'accensione con orologio astronomico.

### **26.14.3**      *Generalità*

Le verifiche dell'impianto elettrico devono essere eseguite dal direttore dei lavori secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma **CEI 64-8**:

- art. 611. Esame a vista;
- art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di verifica di un impianto elettrico possono così articolarsi:

1. esame a vista
2. rilievi strumentali;
3. calcoli di controllo.

Le verifiche debbono essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti e/o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie dell'impianto elettrico.

### **26.14.4**      *Esame a vista*

L'esame a vista (norma **CEI 64-8**), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto ed ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti; l'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto o alle fine dei lavori.



L'esame vista dell'impianto elettrico comprende i seguenti controlli relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;
- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

#### **26.14.5 Verifica qualitativa e quantitativa**

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto elettrico ha lo scopo di verificare :

- la rispondenza qualitativa dei materiali ed apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto ed ai dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione: individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente: accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; possibile, eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli, per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc. ).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o altri marchi equivalenti, in caso contrario l'impresa deve fornire apposita certificazione.

#### **26.14.6 Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti**

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso.

L'analisi in sintesi deve riguardare:

Oggetto	Accertamenti
a) sfilabilità	- estrazione di uno o più cavi dai condotti - mantenimento della calibratura interna

b) dimensione dei tubi	- diametro interno maggiore o uguale a 10 mm
c) rispondenza normativa dei tubi	- verifica della rispondenza alle prescrizioni di progetto

La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi degli impianti utilizzatori presi in esame; in caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto; qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori.

Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che in generale sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette la superficie interna della sezione retta degli alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

I tubi protettivi flessibili di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare sotto traccia devono essere conformi alla norma **CEI 23-14 V1**.

I tubi protettivi rigidi ed accessori di materiale termoplastico a base di policloruro di vinile da collocare in vista devono essere conformi alla norma **UNEL 37118/72 e 37117-72**.

**Tabella. Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC**

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

- Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)
- La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato; per la verifica si farà riferimento alla norme CEI-64.8. e CEI 70-1. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (International Protection) seguite da due cifre indicanti la prima il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua, es. IP 55. Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione., es IP20, indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua. Sono esclusi dall'esame i componenti installati nei locali bagno e doccia e quelli pertinenti ad impianti AD-FT per locali caldaia e simili.

I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce inoltre che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

Devono essere oggetto di verifica:

Oggetto	Accertamenti
a) componenti installati in luoghi umidi (che presentano sul pavimento, sulle pareti o sul soffitto tracce di stillicidio da condensa o da infiltrazione d'acqua).	grado di protezione $\geq$ IP 21
b) componenti installati in luoghi esposti alle intemperie ma non soggetti a spruzzi di pioggia battente con stravento $> 60^\circ$ dalla verticale.	grado di protezione $\geq$ IP 23
c) componenti soggetti a spruzzi, pioggia a stravento, intemperie.	grado di protezione $\geq$ IP 34
d) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti occasionalmente polverosi.	grado di protezione $\geq$ IP 55
e) componenti installati in locali di lavaggio o in ambienti permanentemente polverosi.	grado di protezione $\geq$ IP 66
f) componenti installati in ambienti con pericolo d'inondazione occasionale e temporanea o su terreno soggetto a pozzanghere.	grado di protezione $\geq$ IP 67
g) materiale installato in altri ambienti speciali con temperatura elevata, vibrazioni, muffe, atmosfere corrosive, ecc..	certificazione d'idoneità rilasciata da enti autorizzati o autocertificazione del costruttore - rispondenza alle indicazioni progettuali

#### 26.14.7 *Controllo dei collegamenti a terra*

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (norme CEI 64-8 e CEI 11-1); l'impresa esecutrice dell'impianto dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità completa della descrizione e delle misure della resistenza di terra, ai fini dell'omologazione dello stesso impianto, e ai fini di consentire la trasmissione della medesima dichiarazione agli enti preposti da parte della stazione appaltante a mezzo dell'apposito modulo.

Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ). Ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
- collegamenti: Si deve controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
- continuità: Bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e l'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
- tracciato e sezionabilità: I conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;

- sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera, in caso contrario è consigliabile eseguire dei sondaggi.

#### 26.14.8 *Verifica delle condutture, cavi e connessioni*

La verifica ha lo scopo di verificare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del presente capitolato speciale d'appalto delle norme CEI:
  - 1, 5 mm<sup>2</sup>: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette;
  - 0,5 mm<sup>2</sup> : circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;
- colori distintivi :
  - colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
  - colore blu chiaro per il neutro
  - altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;
- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

**Tabella - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (Norma CEI 23-21)**

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili		Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi flessibili (mm <sup>2</sup> )	Flessibili (mm <sup>2</sup> )	
0	-	1	30
1	1,5	1,5	40
2	2,5	2,5	50
3	4	4	50
4	6	6	60
5	10	6	80
6	16	10	90
7	25	16	100
8	35	25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio.

#### 26.14.9 *Verifica dei dispositivi di sezionamento e comando*

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando: sezionamento o interruzione per motivi elettrici, interruzione per motivi non elettrici, comando funzionale e comando di emergenza.

La verifica dei dispositivi di sezionamento lo scopo di accertare la presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica ad altro sugli impianti e macchine.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, verificando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti.

In questa verifica dovranno essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- apparecchi d'emergenza telecomandati.

Devono essere oggetto di verifica:

- a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti;
- b) condutture;
- c) involucri protetti;
- d) numero dei poli degli interruttori;
- e) interruttore generale;
- f) impianto di messa a terra.

#### **26.14.10 Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione**

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali.

Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

#### **26.14.11 Prove di verifica e controlli**

Le prove consistono nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto elettrico. La misura deve essere accertata mediante idonea strumentazione.

Le prove possono riguardare:

- prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica caduta di tensione.

#### **26.14.12 Prova della continuità dei conduttori di protezione**

La prova della continuità dei conduttori di protezione (norma CEI 64-8, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e sui conduttori terra (CT).

#### **26.14.13 Prova di funzionamento alla tensione nominale**

La prova di funzionamento alla tensione nominale (norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali ed i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

#### **26.14.14 Prova di intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva**

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e ha lo scopo di verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;
- alimentatori ad interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

#### **26.14.15 Prova di intervento degli interruttori differenziali**

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (norma CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi.

La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a  $0,5 I_{\Delta n}$ , il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino  $1,1 I_{\Delta n}$ , il differenziale deve intervenire.

#### **26.14.16 Misura della resistenza di isolamento dell'impianto**

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (norma CEI 64-8, art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI.

La resistenza deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra.

Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

#### **26.14.17 Misura della resistenza del dispersore**

a) dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:

la misura della resistenza del dispersore (norma CEI 64-8, art. 612.6.2.) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;
- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto con tensione di alimentazione a vuoto di 125÷220 V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

b) dispersore di grandi dimensioni:

la resistenza del dispersore può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario.

#### **26.14.18 Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto**

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma CEI 64-8, art. 612.6.3.) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

#### **26.14.19 Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro**

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (norma CEI 64-8) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

#### **26.14.20 Misura della caduta di tensione**

La misura della caduta di tensione ( $\Delta V$ ), allo studio della norma CEI-64-8, art. 612.11, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% qualora non sia stato diversamente specificato nel presente capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1 quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

#### **26.14.21 Calcoli di controllo**

##### *Controllo del coefficiente di stipamento*

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni della norma CEI 64-8.

L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

#### *Controllo del coordinamento tra correnti d'impiego e portate dei conduttori*

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori ed i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma CEI 64-8.

#### *Controllo del coordinamento tra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi*

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare ed a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

## **26.15 Verifiche illuminotecniche**

### **26.15.1 Generalità**

Le operazioni delle verifiche dell'impianto illuminotecnico sono simili a quelle di un impianto elettrico e comprendono:

- esami a vista;
- rilievi strumentali;
- calcoli di controllo.



### **26.15.2 Esami a vista**

L'esame a vista è condotto dal direttore dei lavori sulla base della documentazione di progetto, dovrà essere verificata la rispondenza degli apparecchi di illuminazione installati, completi di tutti gli accessori, siano rispondenti alle prescrizioni progettuali ed in particolare del capitolato speciale d'appalto.

### **26.15.3 Impianti di illuminazione**

Gli impianti di illuminazione interna devono essere verificati eseguendo misure dirette alla determinazione:

- dell'illuminamento medio e dell'uniformità;
- della luminanza nel campo visivo;
- dell'abbagliamento prodotto dall'impianto.

### **26.15.4 Misura dell'illuminamento medio e dell'uniformità**

La misura dell'illuminamento medio ha lo scopo di accertare che i livelli e l'uniformità di illuminamento siano conformi alle prescrizioni contrattuali.

In particolare l'analisi deve riguardare:

- impianti di illuminazione generale:
  - illuminamento massimo in lux  $\geq$  dati di progetto
  - lux max/lux min  $\leq$  dati di progetto;
- impianti di illuminazione concentrata :
  - illuminamento medio sul piano interessato  $\geq$  dati di progetto;
- impianti di illuminazioni esterna :
  - illuminamento minimo nell'area illuminata lux  $\geq$  dati di progetto
  - lux max/lux min  $\leq 4$  (se il progetto non prevede condizioni più gravose).

La misura dell'illuminamento artificiale deve essere eseguita in assenza totale di luce naturale; durante il giorno è perciò essenziale oscurare gli infissi con elementi in vetro.

L'illuminamento deve essere misurato mediante un reticolo, costruito in funzione dell'indice del locale ed eseguendo la misura al centro di ogni maglia.

La misurazione deve essere eseguita mediante un luxmetro con precisione non inferiore a 5% posto in posizione orizzontale a 85-90 cm dal pavimento per attività da svolgere in piedi e all'altezza del compito visivo nel posto di lavoro, solitamente 75 cm. La cellula deve essere disposta perpendicolare alla direzione del flusso luminoso e la lettura deve essere effettuata a cellula ferma.

### **26.15.5 Misura di luminanza nel campo visivo**

La luminanza deve essere misurata con il luminanzometro fissato su supporto orientabile e regolabile in altezza, sulle superfici, l'angolo di apertura dello strumento è solitamente  $\leq 1^\circ$ . Lo strumento deve puntato nella direzione di osservazione dell'utente durante l'attività lavorativa, eseguendo le misure :

- del compito visivo;
- dello sfondo che contiene il compito visivo;
- delle zone periferiche circostanti al compito visivo;
- verticali più lontane poste di fronte all'osservatore.

### **26.15.6 Abbagliamento**

Il grado di abbagliamento (o indice di abbagliamento) è un parametro di tipo convenzionale per la valutazione dell'effetto provocato all'osservatore.

L'abbagliamento può essere valutato mediante appositi diagrammi relativi ad ogni apparecchio che forniscono la luminanza limite di abbagliamento al variare dell'angolo visivo da 45° a 85°, riferito ad ogni classe di qualità in corrispondenza al livello di illuminamento previsto. Il controllo dell'abbagliamento deve essere eseguito sulla base della relazione geometrica tra l'apparecchio ed l'osservatore rivolto verso lo stesso.

**Tabella - Classi di qualità per la limitazione dell'abbagliamento**

Tipo di compito o attività	Grado di abbagliamento	Classe di qualità
Compiti visivi molto difficoltosi	1,15	A
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive elevate	1,5	B
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive normali	1,85	C
Compiti visivi che richiedono prestazioni visive modeste	2,2	D
Per interni dove le persone non sono confinate in una posizione di lavoro precisa, ma si spostano da un posto all'altro esplicando compiti che richiedono prestazioni visive modeste	2,5	E

### 26.15.7 Misura del contrasto

Un importante fattore da controllare, in fase di verifica dell'impianto, è la resa del contrasto che può definirsi la valutazione dell'aspetto di due zone del campo visive viste simultaneamente.

**Tabella - Classi di qualità per la resa del contrasto (CIE, Publication, n. 29.2, 1986)**

Classi di qualità per la resa del contrasto	CRF R	Aree di applicazione per la lettura e scrittura
I	$\geq 1,00$	Interni ove si usano prevalentemente materiali lucidi, per esempio: sale per composizione tipografica
II	$\geq 0,85$	Materiali lucidi usati saltuariamente, per esempio: uffici e scuole normali
III	$\geq 0,70$	Interni dove i materiali sono normalmente diffondenti, per esempio: scuole e certi tipi di uffici

## 27.IMPIANTI MECCANICI

### 27.1 Norme di riferimento

Gli impianti dovranno essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione, ovvero

- normative ISPESL, ASL e ARPA;
- leggi e decreti;
- disposizioni dei vigili del fuoco di qualsiasi tipo;
- norme CEI;
- norme UNI, UNI EN;
- regolamento e prescrizioni Comunali relative alla zona di realizzazione dell'opera.

Tutti i componenti elettrici devono essere, ove possibile, provvisti del marchio di qualità (IMQ) e della marchiatura CE.

In particolare le opere e gli impianti da realizzare dovranno essere eseguiti in conformità con le leggi, disposizioni e/o provvedimenti di seguito elencati e loro successive modifiche ed integrazioni.

### ANTINFORTUNISTICA, SICUREZZA DEGLI IMPIANTI E PREVENZIONE INCENDI

- LEGGE 3 Agosto 2007 , n. 123: “Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia”.
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008, n. 81: “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- DECRETO 22 gennaio 2008, n. 37: “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”.
- Legge 06.12.1971 - n. 1083: “Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile” e successivi D.M. di approvazione tabelle UNI-CIG.
- Legge 05.03.1990 - n. 46: "Norme per la sicurezza degli impianti" e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 06.12.1991 n. 447.
- D.M. 24.11.84: Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzo del gas naturale con densità non superiore a 0,8.
- Decreto Ministero dell'Interno 26 agosto 1992 – “Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica
- Decreto 10 Marzo 1998 – “Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro”.
- Decreto 16 febbraio 2007 – “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”.

- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 – “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi”

#### IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

- Legge 09.01.1991 - n. 10: “Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”.
- D.P.R. 26.08.1993 - n. 412: “Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 09.01.91 n. 10”
- D.P.R. 21.12.1999 - n. 551: “Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia”.
- D.P.R. 15.11.1996 - n. 660: “Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi”.
- D.Lgs. 19.08.2005 - n. 192: “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”.
- D.Lgs. 29.12.2006 - n. 311: “Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”.
- D.P.R. 02.04.2009 - n. 59: “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- D.Lgs. 03/03/2011 – n. 28: “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- D.M. 21.12.1975: “Norme per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione” e relative raccolte ISPESL (ex ANCC)
- Raccolta R dell'I.S.P.E.S.L. – ediz. 2005: “Specificazioni tecniche applicative del titolo II del D.M. 01.12.1975, riguardanti le norme di sicurezza per gli apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione”
- Norma UNI 5364/1976: “Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo”.
- Norma UNI 8852/1987: “Impianti di climatizzazione invernale per gli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo”.
- Norma UNI 8854/1986: “Impianti termici ad acqua calda e/o surriscaldata per il riscaldamento degli edifici adibiti ad attività industriale ed artigianale. Regole per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo”.
- Norma UNI 8364/1984: “Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione”
- Norma UNI 9317/1989: “Impianti di riscaldamento. Conduzione e controllo”.
- Norma UNI 10412/1994: “Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Prescrizioni di sicurezza”.

- Norma UNI EN 12831/2006: “Impianti di riscaldamento negli edifici. Metodo di calcolo del carico termico di progetto”.
- Norma UNI 10339/1995: “Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”.
- Norma UNI 10349/1994: “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici”.
- Norma UNI TS 11300-1/2008: “Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- Norma UNI TS 11300-2/2008: “Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”
- Norma UNI TS 11300-3/2010: “Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva”
- UNI/TS 11300-4/2012: “Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”
- Norma UNI 8062/1980: “Gruppi di termoventilazione - Caratteristiche e metodi di prova”.
- Norma UNI EN 15251/2008: “Criteri per la progettazione dell’ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell’aria interna, all’ambiente termico, all’illuminazione e all’acustica
- Norma UNI EN 1264-1/1999: “Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Definizioni e simboli”
- Norma UNI 8728:1988: “Apparecchi per la diffusione dell'aria. Prova di funzionalità
- Norma UNI EN 1264-2/2009 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 2: Riscaldamento a pavimento: metodi per la determinazione della potenza termica mediante metodi di calcolo e prove
- UNI EN 1264-3/2009: “Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 3: Dimensionamento”
- UNI EN 1264-4/2009: “Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 4: Installazione”
- Norme UNI EN 15232-2007: “Prestazione energetica degli edifici – Incidenza dell’automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici”
- Norme UNI EN 15377-1/2008: “Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione degli impianti radianti di riscaldamento e raffrescamento, alimentati ad acqua integrati in pavimenti, pareti e soffitti - Parte 1: Determinazione della potenza termica di progetto per il riscaldamento e il raffrescamento”
- UNI EN 15377-3/2008: “Impianti di riscaldamento negli edifici - Progettazione degli impianti radianti di riscaldamento e raffrescamento, alimentati ad acqua integrati in pavimenti, pareti e soffitti - Parte 3: Ottimizzazione per l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile”
- Norma UNI EN 1886:2000: “Ventilazione degli edifici. Unità di trattamento dell’aria. Prestazioni meccaniche”.

- Norma UNI EN 12237:2004: “Ventilazione degli edifici – reti delle condotte – resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera zincata”.
- Norma UNI EN 12599:2001: “Ventilazione per edifici. Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti installati di ventilazione e di condizionamento dell'aria”.
- Norma UNI EN 13779 del 2005: “Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione per il condizionamento”.

#### TUBAZIONI E CONDOTTE

- Norma UNI 10381-1/1996: “ Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera”.
- Norma UNI 10381-2/1996: “ Impianti aeraulici. Componenti di condotte. Classificazione, dimensioni e caratteristiche costruttive”:
- Norma UNI ISO 4437/1988 “Tubi di polietilene (PE) per condotte interrate per distribuzione gas combustibili - Serie metrica - Specifica”
- Norma UNI EN 10220/2003: “Tubi di acciaio, saldati e senza saldatura - Dimensioni e masse lineiche”
- Norma UNI EN 10224/2006: “ Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura”
- Norma UNI EN 10216-1/2005: Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente”
- Norma UNI EN 10216-2/2008: ”Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata.
- Norma UNI EN 10216-3/2005: “Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi di acciaio legato a grano fine.
- Norma UNI EN 10216-4/2005: “Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Tubi di acciaio non legato e legato per impieghi a bassa temperatura.
- Norma UNI EN ISO 6708/1997: “Elementi di tubazione. Definizione e selezione dei DN (diametro nominale)”.
- Norma UNI EN 1057/1997: “Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento”
- Norma UNI EN 12735-1/2002: “Tubi rotondi di rame senza saldatura per condizionamento e refrigerazione”
- Norma UNI 7611/1976: “Tubi in polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti”
- Norma UNI 7612/1976: “Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti”
- Norma UNI 8451/1983: “Tubi in polietilene ad alta densità per condotte di scarico all'interno dei fabbricati. Tipi, dimensioni e requisiti”
- Norma UNI 8452/1983: “Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico all'interno dei fabbricati. Tipi, dimensioni e requisiti”
- Norma UNI EN 10208-1/1999: “Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A”.

- Norma UNI EN 10208-2:1998: “Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B”
- Norma UNI EN 476:1999: “Requisiti generali per componenti utilizzati nelle tubazioni di scarico, nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità”.

#### IMPIANTI IDRICOSANITARI

- Norma UNI 9182/2008: “Impianti di alimentazione e distribuzione d’acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione”.
- Norma UNI EN 806-1/2008: “Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1: Generalità”
- Norma UNI EN 806-2:2008: “Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 2: Progettazione”
- Norma UNI EN 806-3:2008: “Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 3: Dimensionamento delle tubazioni - Metodo semplificato”
- Norma UNI EN 12056-1/2001: “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni”.
- Norma UNI EN 12056-2/2001: “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo”
- Norma UNI EN 12056-3/2001: “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo”
- Norma UNI EN 12056-4/2001: “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo”
- Norma UNI EN 12056-5:2001: “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso”.
- Norma UNI EN 752-1:1997: “Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Generalità e definizioni”.
- Norma UNI EN 752-2:1997: “Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Requisiti prestazionali”.
- Norma UNI EN 752-3:1997: “Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Pianificazione”.
- Norma UNI EN 752-4:1999: “Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. Progettazione idraulica e considerazioni legate all'ambiente”.
- Norma UNI EN 1610:1999: “Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura”.

#### IMPIANTI E APPARECCHI A GAS

- Norma UNI 7128/1992 “Impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione. Termini e definizioni”
- Norma UNI 7129-1/2008: “Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 1: Impianto interno

- Norma UNI 7129-2/2008: “Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 2: Installazione degli apparecchi di utilizzazione, ventilazione e aerazione dei locali di installazione
- Norma UNI 7129-3/2008: “Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 3: Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione.
- Norma UNI 7129-4/2008: “Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione. Progettazione e installazione. Parte 4: Messa in servizio degli impianti/apparecchi
- Norma UNI 7140/1993 “ Apparecchi a gas per uso domestico. Tubi flessibili non metallici per allacciamento”.
- Norma UNI 7141/1991 “ Apparecchi a gas per uso domestico. Portagomma e fascette”.
- Norma UNI 10845/2000: “Impianti a gas per uso domestico. Sistemi per l'evacuazione dei prodotti della combustione asserviti ad apparecchi alimentati a gas. Criteri di verifica, risanamento, ristrutturazione ed intubamento”
- Norma UNI 9165/2004: “Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento”

#### CANNE FUMARIE

- Norma UNI EN 1443/2005: “Camini - Requisiti generali”
- Norma UNI EN 13384-1/2008: “Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico. Parte 1: Camini asserviti a un solo apparecchio”
- Norma UNI EN 13384-3/2006: “Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico. Parte 3: Metodi per l'elaborazione di diagrammi e tabelle per camini asserviti ad un solo apparecchio di riscaldamento”

#### INQUINAMENTO AMBIENTALE E ACUSTICO

- Legge 26.10.1995 - n. 254: "Legge quadro sull'inquinamento acustico”
- D.P.R. 24.05.1988 - n. 203: “Attuazione delle direttive CEE numeri, 80/779, 82/884, 84/360 e 85/203, concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16.04.1987 n. 183” e provvedimenti successivi
- D.P.C.M. 21.07.1989: “Atto di indirizzo e coordinamento ai sensi dell'art. 9 della Legge 08.07.1986 n. 349, per l'attuazione e l'interpretazione del D.P.R. 24.05.1988 n. 203”
- D.M. 12.07.1990 - n. 51: “Guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione”.
- D.P.R. 25.07.1991: “Modifiche dell'atto di indirizzo e coordinamento in materia di emissioni poco significative e di attività a ridotto inquinamento atmosferico emanato con D.P.C.M. in data 21.07.1989
- D.P.C.M. 01.03.1991: “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno”



- D.P.C.M. 14.11.1997: “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”
- D.P.C.M. 05.12.1997: “Determinazione dei requisiti acustici degli edifici”
- Norma UNI 8199/1998: “Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione”.

#### VARIE

- Particolari prescrizioni degli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona in cui si effettuerà il lavoro ed in particolare: Ispettorato del Lavoro, Vigili del Fuoco, ASL, ecc.;
- Particolari prescrizioni di progetto relative alle specifiche esigenze in relazione alla destinazione d'uso degli edifici.

### **27.2 Dati tecnici e caratteristiche degli impianti**

#### **27.2.1 Dati climatici**

##### Ubicazione

• Nazione	Italia	
• Località	San Didero (TO)	
• Latitudine	45,8	N
• Longitudine	07,12	E
• Altezza sul livello del mare	430	m
• Zona climatica invernale	E	
• Gradi giorno	2999	

##### Condizioni termoigrometriche invernali

• Temperatura	-9	°C
• Umidità relativa	80	%

##### Condizioni termoigrometriche estive

• Temperatura	30,5	°C
• Umidità relativa	50	%

#### **27.2.2 Impianti di climatizzazione**

##### Condizioni termoigrometriche ambiente

• temperatura invernale	20	°C
• temperatura estiva	26	°C
• umidità relativa (esclusi cucina e servizi)	50	%

##### Tolleranze

• Temperatura	± 1	°C
---------------	-----	----

- |                    |      |   |
|--------------------|------|---|
| • Umidità relativa | ± 10 | % |
| • Portata aria     | ± 5  | % |

#### Ventilazione meccanica dei locali (valori minimi)

- |  |                       |  |
|--|-----------------------|--|
| • Uffici                                     | 2 vol/h               |  |
| • Sale riunioni/Unità di crisi H24           | 40 mc/h per persona   |  |
| • Bar, Market, Ristorante, area self service | 40 mc/h per persona   |  |
| • Cucina e locali annessi                    | 2 vol/h               |  |
| • Servizi igienici, spogliatoi e antibagni   | 8 vol/h di estrazione |  |

#### Filtrazione dell'aria esterna

- |                           |        |    |
|---------------------------|--------|----|
| • Uffici,                 | classe | F7 |
| • Bar, Market, Ristorante | classe | F7 |
| • Cucina e locali annessi | classe | F7 |

#### Carichi endogeni (Riferiti ai locali raffrescati)

- |  |     |                  |
|--|-----|------------------|
| • Illuminazione uffici                                   | 10  | W/m <sup>2</sup> |
| • Illuminazione Bar, Market, Ristorante                  | 20  | W/m <sup>2</sup> |
| • Altri carichi elettrici (Zona bancone bar e area self) | 50  | W/m <sup>2</sup> |
| • Altri carichi elettrici (Cucina zona cottura)          | 100 | W/m <sup>2</sup> |
| • Affollamento uffici (sensibile + latente)              | 134 | W/persona        |
| • Affollamento staz servizio (sensibile + latente)       | 163 | W/persona        |

#### Densità di occupazione locali

- |                                    |      |                     |
|------------------------------------|------|---------------------|
| • Uffici                           | 0,12 | pers/m <sup>2</sup> |
| • Sale riunioni/Unità di crisi H24 | 0,5  | pers/m <sup>2</sup> |
| • Zona Bar, Market                 | 145  | persone             |
| • Zona Ristorante, area self       | 155  | persone             |

#### Velocità dell'aria ambiente

Riferita al volume convenzionalmente occupato, così come definito dalla UNI 10339 (porzione del locale delimitata dal pavimento, da una superficie orizzontale posta ad un'altezza di 1,80 m al di sopra del pavimento e dalle superfici verticali poste a distanza di 0,60 m da ciascuna delle pareti del locale o delle apparecchiature per la climatizzazione ambientale). In tale zona le velocità massime ammesse sono:

- |                             |      |     |
|-----------------------------|------|-----|
| • In fase di riscaldamento  | 0,15 | m/s |
| • In fase di raffreddamento | 0,20 | m/s |

#### Rumorosità

La rumorosità ambiente da impianti meccanici con tutte le finiture e gli arredi installati, misurata nel volume convenzionalmente occupato (posizione degli utilizzatori), così come definito dalla UNI 8199/98 (LAeq), non dovrà essere superiore a:

- |                                      |    |       |
|--------------------------------------|----|-------|
| • Uffici                             | 40 | dB(A) |
| • Bar, Ristorante, Area self service | 45 | dB(A) |

- Cucina 45 dB(A)

### 27.2.3 Impianti idricosanitari

#### Unità di carico

Il dimensionamento della rete di alimentazione è stato effettuato con il metodo delle unità di carico (UC) secondo quanto prescritto dalla norma UNI 9182; i valori utilizzati sono i seguenti:

Apparecchio	Unità di carico		
	Acqua fredda	Acqua calda	Acqua fredda + acqua calda
• Lavabo	1,50	1,50	2,00
• Lavello cucina e bar	2,00	2,00	3,00
• Doccia	3,00	3,00	4,00
• Vaso a cassetta	5,00	0	5,00
• Orinatoio a velo	0,75	0	0,75

#### Unità di scarico

Il dimensionamento della rete di scarico è stato effettuato con il metodo delle unità di scarico (US) secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12056-2; i valori utilizzati sono i seguenti:

Apparecchio	Unità di scarico – l/s
• Lavabo	0,5
• Lavello cucina e bar	0,8
• Doccia	0,6
• Vaso a cassetta	2,5
• Orinatoio a velo	0,2
• Piletta a pavimento	1,5

## 27.3 Descrizione delle opere

### 27.3.1 Uffici PCC Direzione esercizio e OK GOLD

#### IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

La climatizzazione degli ambienti verrà effettuata mediante ventilconvettori a doppia batteria alimentati contemporaneamente con acqua refrigerata a 8 °C e calda a 50°C, tramite distribuzione a quattro tubi.

Sono previsti apparecchi verticali a pavimento e da incasso nel controsoffitto, ciascuno completo di filtro acrilico rigenerabile, ventilatore centrifugo a tre velocità, doppia batteria (4 ranghi + 1 rango), bacinella raccolta condensa.

Ogni unità dovrà essere dotata di un sistema di regolazione automatica per il controllo della temperatura di ogni ambiente, costituito da un regolatore elettronico che, attraverso un'unità ambiente, azionerà le valvole a tre vie modulanti installate sulle tubazioni di alimentazione e provvederà a selezionare la velocità del ventilatore appropriata.

A partire dalle derivazioni di piano, ubicate in corrispondenza delle sottocentrali, le tubazioni di distribuzione principali, realizzate in acciaio nero coibentate termicamente, proseguiranno nel controsoffitto, per alimentare le varie apparecchiature.

I collegamenti ai singoli ventilconvettori dovranno essere eseguiti mediante tubazioni metalplastiche multistrato precoibentate conformi alla legge 10/91.

Le tubazioni di raccolta condensa saranno realizzate in polietilene ad alta densità con giunzioni termosaldate, passanti nel controsoffitto o sotto al pavimento galleggiante fino ai punti di scarico previsti nelle sottocentrali.

I servizi igienici verranno riscaldati mediante radiatori ad elementi in ghisa a piastre, provvisti di valvola termostatica e detentore.

In corrispondenza di ogni blocco servizi si prevede l'installazione di una coppia di collettori di distribuzione di zona ubicati in cassetta ispezionabile, alimentata dal circuito acqua calda mediante tubazioni passanti a incassate a parete.

I collegamenti ai singoli radiatori dovranno essere eseguiti mediante tubazioni metalplastiche multistrato precoibentate conformi alla legge 10/91, passanti sottopavimento, con risalite in traccia a parete fino ai rispettivi attacchi.

Tutte le fuoriuscite delle tubazioni dalle pareti dovranno essere perfettamente perpendicolari rispetto alle stesse, verniciate dello stesso colore del radiatore e provviste di rosoni, al fine di garantire un aspetto estetico apprezzabile.

Le reti principali dovranno essere realizzate con tubazioni in acciaio Fe 330, senza saldatura o saldati, secondo UNI 8863 o UNI 7287 a seconda dei diametri. Tutte le tubazioni dovranno essere montate a regola d'arte e dovranno essere dotate di rivestimento isolante e antistillicidio realizzato con guaine in materiale espanso a cellule chiuse e rifinite esternamente in lamierino d'alluminio nei tratti in vista e in guaina pvc nei tratti in controsoffitto o sottopavimento.

Per la ventilazione del fabbricato dovrà essere provvisto di un impianto di immissione ed estrazione aria di ventilazione, facente capo a due unità di trattamento aria ubicate nelle scale degli uffici PCC e D.E. e nel locale dedicato per O.K.

L'immissione e l'estrazione dell'aria nei vari ambienti verrà effettuata tramite canalizzazioni principali passanti entro il controsoffitto dei vari piani, collegate mediante raccordi flessibili ai diffusori ed alle griglie di ripresa.

Per l'immissione e l'estrazione dell'aria sono previste le seguenti tipologie di diffusori:

- diffusori quadrangolari di mandata e ripresa microforati ad alta induzione
- bocchette rettangolari a doppia file di alette
- griglie di ripresa ad alette inclinate

Tutte le condotte dovranno essere realizzate in lamiera zincata con giunzioni flangiate a tenuta

Tutte le condotte di mandata, le cassette di distribuzione nonché i plenum dei diffusori dovranno essere coibentati termicamente e antistillicidio; le condotte di ripresa saranno coibentate solamente nei tratti posti al di fuori delle zone climatizzate e nei locali tecnici.

Le parti coibentate, nei tratti in vista, dovranno essere rifinite con lamierino d'alluminio; in particolare i tratti esposti alle intemperie dovranno essere a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

Sulle condotte generali di immissione ed estrazione si dovranno installare dei silenziatori rettilinei in lamiera zincata con setti fonoassorbenti; ove non sia possibile si dovranno prevedere dei tratti di lunghezza adeguata rivestiti internamente con materiale fonoassorbente.

Tutta l'aria immessa nei corridoi verrà utilizzata per effettuare la ventilazione meccanica dei servizi igienici, attraverso una serie di valvole di ventilazione posizionate a soffitto dei box wc e dei relativi disimpegni, connesse mediante raccordi flessibili alle rispettive canalizzazioni realizzate in lamiera zincata con giunzioni flangiate a tenuta.

A tale proposito sulle porte di accesso ai blocchi servizi dovranno essere installate delle griglie di transito, mentre le porte di ogni box wc dovranno essere sopraelevate di circa 3 cm dal filo pavimento.

Le canalizzazioni di ripresa aria servizi dovranno essere posizionate entro il controsoffitto, quindi verranno collegate ai rispettivi ventilatori ubicati nelle sottocentrali.

Sulle condotte generali estrazione si dovranno installare dei silenziatori rettilinei in lamiera zincata con setti fonoassorbenti; ove non sia possibile si dovranno prevedere dei tratti di lunghezza adeguata rivestiti internamente con materiale fonoassorbente.

## CENTRALI TECNOLOGICHE

La centrale termica sarà realizzata in un locale ubicato a lato della cabina elettrica; al suo interno si prevede l'installazione dei seguenti componenti principali:

- N. 2 caldaie a condensazione, ciascuna avente una potenzialità nominale di circa 200 kW complete di bruciatori a premiscelazione modulanti a bassa emissione di NOx, funzionanti a metano, complete di accessori

- Camini di evacuazione prodotti della combustione in acciaio inox a doppia parete sfocianti sulla copertura del fabbricato.
- \*
  - Collettori generali di mandata e ritorno acqua calda, completi di saracinesche di intercettazione ed accessori, .
  - Impianti di trattamento acqua e di produzione centralizzata di acqua calda sanitaria con integrazione solare, completo di accessori
  - Elettropompe circuiti acqua calda e refrigerata complete di saracinesche di intercettazione ed accessori:
  - Gruppo di termoregolazione climatica con valvola miscelatrice a tre vie per circuito ventilconvettori/radiatori e gruppi di contabilizzazione;
  - Sistemi di espansione circuiti acqua calda e refrigerata.

All'esterno del fabbricato si prevede la realizzazione della centrale frigorifera costituita da n. 2 refrigeratori elettrici condensati ad aria collegati alla centrale termica mediante tubazioni passanti in cunicolo.

I collegamenti tra i vari componenti dovranno essere realizzati con tubazioni e con collettori in acciaio Fe 330, senza saldatura o saldati, secondo UNI 8863 o UNI 7287 a seconda dei diametri, coibentati e rifiniti con lamierino d'alluminio.

All'interno del fabbricato in appositi locali tecnici si prevede l'installazione delle unità di trattamento aria ventilazione, che provvederanno a filtrare, riscaldare/ raffreddare e umidificare/deumidificare l'aria da immettere negli ambienti.

Ogni unità sarà costituita da:

- sezione ventilante di ripresa;
- recuperatore di calore a flussi incrociati ad alta efficienza;
- sezione presa aria esterna/espulsione
- prefiltri piani classe 3;
- filtri a tasche classe minima 7;
- batteria riscaldante;
- batteria refrigerante;
- sezione predisposta per inserimento umidificazione a vapore
- separatore di gocce;
- batteria di postriscaldamento;
- sezione ventilante di mandata;

Il vapore necessario per l'umidificazione verrà prodotto da generatori vapore elettrici ubicati nei pressi delle relative UTA.

La regolazione di portata delle varie batterie di scambio termico verrà effettuata per mezzo di valvole a due vie servocomandate, collegate alle relative reti di distribuzione acqua calda/refrigerata provenienti dalla centrale termica.

All'interno dei locali si prevede l'installazione dei ventilatori di estrazione aria servizi igienici

Le condotte di presa aria esterna ed espulsione dovranno essere provviste di un tratto di lunghezza adeguata rivestito internamente con materiale fonoassorbente, ignifugo in classe 1, al fine di limitare la trasmissione verso l'esterno del rumore prodotto dai relativi ventilatori.

### IMPIANTO IDRICOSANITARIO

E' previsto un unico punto di consegna a bordo lotto per l'intero edificio.

La tubazione generale acqua potabile fredda sarà realizzata in acciaio zincato tipo Mannesmann con giunzioni filettate e guarnite nei tratti in vista e in polietilene ad alta densità PN 16 con giunzioni termosaldare tratti interrati.

Le reti principali di distribuzione acqua potabile fredda, calda e ricircolo verranno realizzate tramite tubazioni in acciaio secondo UNI 8863, zincati a caldo secondo UNI 5745, con giunzioni filettate, coibentate termicamente, passanti nei controsoffitti, per alimentare i collettori installati in ogni gruppo servizi;

A valle dei collettori le reti di alimentazione locale, incassate sottopavimento, verranno eseguite mediante tubazioni multistrato idonee per impianti idrosanitari, coibentate termicamente, complete di raccordi ed accessori per il collegamento degli apparecchi.

Il sistema di scarico sarà composto da un insieme di tubazioni (diramazioni, colonne, collettori) che collegheranno gli apparecchi sanitari alla rete di scarico acque nere a bordo lotto, mediante tubazioni in polietilene ad alta densità.

Le reti saranno complete di pezzi speciali, giunti di dilatazione ed elementi silenziatori ove necessario.

Il sistema sarà del tipo a ventilazione primaria e cioè realizzato prolungando la colonna di scarico fin sopra il tetto dell'edificio, mantenendo il diametro costante.

Alla sommità di ogni colonna di ventilazione sarà installato idoneo terminale. Nel tratto esterno la colonna sarà rivestita con un idoneo faldale o sistema di protezione contro le infiltrazioni d'acqua.

### ***27.3.2 Stazione di servizio e petrolifera***

### IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

La climatizzazione delle zone bar/market, nonché ristorante/area self service verrà effettuata mediante due impianti a tutt'aria i quali dovranno garantire il mantenimento delle condizioni termoigrometriche desiderate nonché il ricambio d'aria necessario.

I due impianti saranno connessi a ad altrettante unità di trattamento aria ubicate all'interno dalla sottocentrale soprastante la zona servizi igienici.

L'immissione e l'estrazione dell'aria dalle varie zone verrà effettuata tramite canalizzazioni principali passanti entro il controsoffitto, collegate mediante raccordi flessibili ai diffusori ed alle griglie di ripresa.

Per l'immissione e l'estrazione dell'aria sono previste le seguenti tipologie di diffusori:

- ugelli orientabili a lunga gittata.
- diffusori quadrangolari di mandata e ripresa microforati ad alta induzione
- bocchette rettangolari a doppia file di alette
- griglie di ripresa ad alette inclinate

Tutte le condotte dovranno essere realizzate in lamiera zincata con giunzioni flangiate a tenuta

Tutte le condotte di mandata, le cassette di distribuzione nonché i plenum dei diffusori dovranno essere coibentati termicamente e antistillicidio; le condotte di ripresa saranno coibentate solamente nei tratti posti al di fuori delle zone climatizzate e nei locali tecnici.

Le parti coibentate, nei tratti in vista, dovranno essere rifinite con lamierino d'alluminio; in particolare i tratti esposti alle intemperie dovranno essere a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

Sulle condotte generali di immissione ed estrazione si dovranno installare dei silenziatori rettilinei in lamiera zincata con setti fonoassorbenti; ove non sia possibile si dovranno prevedere dei tratti di lunghezza adeguata rivestiti internamente con materiale fonoassorbente.

Parte dell'aria immessa nella zona bar/market verrà utilizzata per effettuare la ventilazione meccanica dei servizi igienici, attraverso una serie di valvole di ventilazione posizionate a soffitto dei vari locali, connesse mediante raccordi flessibili alle rispettive canalizzazioni realizzate in lamiera zincata con giunzioni flangiate a tenuta.

A tale proposito sulle porte di accesso ai blocchi servizi dovranno essere installate delle griglie di transito, mentre le porte di ogni box wc dovranno essere sopraelevate di circa 3 cm dal filo pavimento.

Le canalizzazioni di ripresa aria servizi dovranno essere posizionate entro il controsoffitto, quindi verranno collegate al ventilatore centralizzato ubicato nella sottocentrale.

Sulle condotte generali estrazione si dovranno installare dei silenziatori rettilinei in lamiera zincata con setti fonoassorbenti; ove non sia possibile si dovranno prevedere dei tratti di lunghezza adeguata rivestiti internamente con materiale fonoassorbente.



Per la zona cucina e locali annessi è previsto un impianto di termoventilazione facente capo ad un'unità di trattamento aria ubicato nella sottocentrale.

L'immissione e l'estrazione dell'aria verrà effettuata mediante canalizzazioni circolari passanti in vista, provviste di bocchette rettangolari di mandata e ripresa.

Tutte le condotte dovranno essere realizzate in lamiera zincata con giunzioni flangiate a tenuta

Per la climatizzazione degli ambienti sono previsti ventilconvettori a doppia batteria alimentati contemporaneamente con acqua refrigerata a 8 °C e calda a 50°C, tramite distribuzione a quattro tubi.

Sono previsti apparecchi verticali a pavimento e da incasso nel controsoffitto, ciascuno completo di filtro acrilico rigenerabile, ventilatore centrifugo a tre velocità, doppia batteria (4 ranghi + 1 rango), bacinella raccolta condensa.

Ogni unità dovrà essere dotata di un sistema di regolazione automatica per il controllo della temperatura di ogni ambiente, costituito da un regolatore elettronico che, attraverso un'unità ambiente, azionerà le valvole a tre vie modulanti installate sulle tubazioni di alimentazione e provvederà a selezionare la velocità del ventilatore appropriata.

Le tubazioni di distribuzione principali, provenienti dalla sottocentrale, saranno realizzate in acciaio nero coibentate termicamente e passeranno nel controsoffitto, oppure incassate sottopavimento

I collegamenti ai singoli ventilconvettori dovranno essere eseguiti mediante tubazioni metalplastiche multistrato precoibentate conformi alla legge 10/91.

Le tubazioni di raccolta condensa saranno realizzate in polietilene ad alta densità con giunzioni termosaldate, passanti nel controsoffitto o sottopavimento fino ai punti di scarico previsti.

I servizi igienici e gli spogliatoi verranno riscaldati mediante radiatori ad elementi in ghisa a piastre, provvisti di valvola termostatica e detentore.

In corrispondenza di ogni blocco servizi si prevede l'installazione di una coppia di collettori di distribuzione di zona ubicati in cassetta ispezionabile, alimentata dal circuito acqua calda mediante tubazioni passanti a incassate a parete.

I collegamenti ai singoli radiatori dovranno essere eseguiti mediante tubazioni metalplastiche multistrato precoibentate conformi alla legge 10/91, passanti sottopavimento, con risalite in traccia a parete fino ai rispettivi attacchi .

Tutte le fuoriuscite delle tubazioni dalle pareti dovranno essere perfettamente perpendicolari rispetto alle stesse, verniciate dello stesso colore del radiatore e provviste di rosoni, al fine di garantire un aspetto estetico apprezzabile.

Le reti principali dovranno essere realizzate con tubazioni in acciaio Fe 330, senza saldatura o saldati, secondo UNI 8863 o UNI 7287 a seconda dei diametri. Tutte le tubazioni dovranno essere montate a regola d'arte e dovranno essere dotate di rivestimento isolante e antistillicidio realizzato con guaine in materiale espanso a cellule chiuse e rifinite esternamente in lamierino d'alluminio nei tratti in vista e in guaina pvc nei tratti in controsoffitto o sottopavimento.

Per la zona cottura è inoltre prevista la predisposizione per un impianto di estrazione aria a servizio della cappa completo di relativo sistema di integrazione

### CENTRALI TECNOLOGICHE

La centrale termica sarà realizzata in un locale soprastante la zona servizi igienici; al suo interno si prevede l'installazione dei seguenti componenti principali:

- N. 2 caldaie a condensazione, ciascuna avente una potenzialità nominale di circa 200 kW complete di bruciatori a premiscelazione modulanti a bassa emissione di NOx, funzionanti a metano, complete di accessori
- Camini di evacuazione prodotti della combustione in acciaio inox a doppia parete sfocianti sulla copertura del fabbricato.

In posizione adiacente alla centrale sarà realizzata la sottocentrale di ventilazione e di distribuzione fluidi; al suo interno si prevede l'installazione dei seguenti componenti principali:

- Collettori generali di mandata e ritorno acqua calda e refrigerata, completi di saracinesche di intercettazione ed accessori, .
- Impianti di trattamento acqua e di produzione centralizzata di acqua calda sanitaria con integrazione solare, completo di accessori
- Elettropompe circuiti acqua calda e refrigerata complete di saracinesche di intercettazione ed accessori:
- Gruppo di termoregolazione climatica con valvola miscelatrice a tre vie per circuito ventilconvettori/radiatori
- Sistemi di espansione circuiti acqua calda e refrigerata.

All'esterno del fabbricato si prevede la realizzazione della centrale frigorifera costituita da n. 2 refrigeratori elettrici condensati ad aria collegati alla centrale termica mediante tubazioni passanti in cunicolo.

I collegamenti tra i vari componenti dovranno essere realizzati con tubazioni e con collettori in acciaio Fe 330, senza saldatura o saldati, secondo UNI 8863 o UNI 7287 a seconda dei diametri, coibentati e rifiniti con lamierino d'alluminio.

All'interno della sottocentrale si prevede l'installazione delle unità di trattamento aria e dei ventilatori di estrazione

Ogni unità sarà costituita da:

- sezione ventilante di ripresa;
- recuperatore di calore a flussi incrociati ad alta efficienza;
- sezione presa aria esterna/ricircolo/espulsione
- prefiltri piani classe 3;
- filtri a tasche classe minima 7;
- batteria riscaldante;
- batteria refrigerante;
- sezione predisposta per inserimento umidificazione a vapore
- separatore di gocce;
- batteria di postriscaldamento;
- sezione ventilante di mandata;

Il vapore necessario per l'umidificazione verrà prodotto da generatori vapore elettrici ubicati nei pressi delle relative UTA.

La regolazione di portata delle varie batterie di scambio termico verrà effettuata per mezzo di valvole a due vie servocomandate, collegate alle relative reti di distribuzione acqua calda/refrigerata provenienti dalla centrale termica.

Le condotte di presa aria esterna ed espulsione dovranno essere provviste di un tratto di lunghezza adeguata rivestito internamente con materiale fonoassorbente, ignifugo in classe 1, al fine di limitare la trasmissione verso l'esterno del rumore prodotto dai relativi ventilatori.

## IMPIANTO IDRICOSANITARIO

E' previsto un unico punto di consegna a bordo lotto per l'intero edificio.

La tubazione generale acqua potabile fredda sarà realizzata in acciaio zincato tipo Mannesmann con giunzioni filettate e guarnite nei tratti in vista e in polietilene ad alta densità PN 16 con giunzioni termosaldate tratti interrati.

Le reti principali di distribuzione acqua potabile fredda, calda e ricircolo verranno realizzate tramite tubazioni in acciaio secondo UNI 8863, zincati a caldo secondo UNI 5745, con giunzioni filettate, coibentate termicamente, passanti nei controsoffitti, per alimentare i collettori installati in ogni gruppo servizi;

A valle dei collettori le reti di alimentazione locale, incassate sottopavimento, verranno eseguite mediante tubazioni multistrato idonee per impianti idrosanitari, coibentate termicamente, complete di raccordi ed accessori per il collegamento degli apparecchi.

Il sistema di scarico sarà composto da un insieme di tubazioni (diramazioni, colonne, collettori) che collegheranno gli apparecchi sanitari alla rete di scarico acque nere a bordo lotto, mediante tubazioni in polietilene ad alta densità.

Le reti saranno complete di pezzi speciali, giunti di dilatazione ed elementi silenziatori ove necessario.

La rete di scarico a servizio della cucina e dei locali annessi sarà separata e provvista di serbatoio separatore di grassi

Il sistema sarà del tipo a ventilazione primaria e cioè realizzato prolungando la colonna di scarico fin sopra il tetto dell'edificio, mantenendo il diametro costante.

Alla sommità di ogni colonna di ventilazione sarà installato idoneo terminale. Nel tratto esterno la colonna sarà rivestita con un idoneo faldale o sistema di protezione contro le infiltrazioni d'acqua.

## 27.4 Schede tecniche materiali

### 27.4.1 Caldaia a condensazione

Caldaia a condensazione in acciaio, con bruciatore premiscelato modulante dal 30 al 100 %, raffreddato ad acqua, a basse emissioni di NOx, con scambiatori di calore a basso contenuto d'acqua.

#### VENTILATORE

Il ventilatore elettrico di aspirazione aria per la combustione, completo di silenziatore e filtro su presa aria

#### ALIMENTAZIONE GAS

Condotta del gas completa di valvola principale con regolatore di rapporto aria-gas; la quantità di gas è regolata proporzionalmente alla quantità di aria che varia a seconda del regime di rotazione del ventilatore. La miscela gas-aria per la combustione viene generata nel canale di miscelazione.

#### BRUCIATORE

La miscela gas-aria viene ripartita uniformemente tramite una piastra di distribuzione, quindi incendiata sulla superficie del bruciatore tramite un bruciatore ausiliario; la fiamma è rivolta verso il basso.

Il bruciatore è raffreddato ad acqua e ad aria; i collettori idraulici in ghisa sono costruiti in modo da garantire una circolazione ottimale dell'acqua.

#### SCAMBIATORE DI CALORE

Scambiatore di calore ad elementi sovrapposti.

Il primo scambiatore è in tubi lisci di acciaio inossidabile e trasmette all'acqua di riscaldamento gran parte dell'energia di combustione. Il secondo e il terzo scambiatore, formati da tubi costolati in acciaio inossidabile saldati a laser, trasmettono all'acqua di riscaldamento il calore residuo dei gas combusti

Tutti i collettori idraulici sono in ghisa e costruiti in modo da garantire una circolazione ottimale dell'acqua. La camera di combustione si trova tra il bruciatore e il primo scambiatore di calore.

#### RACCORDI LATO ACQUA

I raccordi di mandata e di ritorno costituiscono gli allacciamenti dell'acqua di riscaldamento. Entrambi i raccordi sono dotati di valvole di riempimento e di scarico. Presso il raccordo di mandata sono installati l'attacco per la valvola di sicurezza, il flussostato e la sonda termica.

#### POMPA CALDAIA

La pompa viene collegata al raccordo di ritorno della caldaia; l'allacciamento elettrico avviene ai morsetti corrispondenti nel quadro di comando della caldaia. La portata e la prevalenza della pompa sono impostate in modo tale da superare la resistenza della caldaia e una certa resistenza del sistema.

### COLLETTORE GAS DI SCARICO

Sotto lo scambiatore di calore si trova il collettore in acciaio inossidabile per gas combustibili, dotato di raccordo, condotta di scarico condensa e apertura di ispezione.

### SCARICO CONDENZA

La caldaia è dotata di un sifone. La condensa viene raccolta nell'apposita vaschetta e convogliata nel vaso di neutralizzazione attraverso uno sfioratore. Il troppopieno del vaso di neutralizzazione deve essere a deflusso libero in modo da poter controllare in ogni momento la funzione di scarico.

### TELAIO E RIVESTIMENTO

Telaio è in profilati di acciaio completo di smorzatori di vibrazioni forniti a corredo e da montare sulla caldaia al momento dell'installazione; elementi del rivestimento in lamiera di acciaio verniciati di facile smontaggio.

### QUADRO ELETTRICO

Quadro elettrico facilmente accessibile ubicato sul lato anteriore comprendente tutti i componenti di alimentazione, comando e controllo; i cavi da allacciare sono alloggiati in apposita canalina all'interno della caldaia.

#### ***27.4.2 Refrigeratore d'acqua elettrico con compressori scroll condensazione ad aria con ventilatori elicoidali***

Refrigeratore d'acqua con compressori scroll, con condensazione ad aria e ventilatori elicoidali ad alta silenziosità, funzionante con refrigerante ecologico HFC-407C completo di controllo a microprocessore di tipo autoadattativo e di modulo idronico, adatto all'installazione diretta all'esterno.

### COMPRESSORI

I compressori Scroll hanno un funzionamento particolarmente silenzioso e del tutto privo di vibrazioni. I motori sono raffreddati dal gas aspirato e possono avviarsi per 12 volte in un'ora.

Una valvola di sicurezza permette che in caso di errato collegamento dell'alimentazione il compressore possa anche ruotare in senso inverso senza che la sua integrità abbia a soffrirne.

Questi compressori non richiedono inoltre alcuna operazione di manutenzione.

L'uso di due compressori per ogni circuito frigorifero permette di contenere l'entità della corrente di spunto massima e dell'assorbimento di potenza alle condizioni di carico parziale.

### EVAPORATORE

L'evaporatore è costituito da uno scambiatore a piastre in acciaio inossidabile saldate a flusso incrociato, progettato per esaltare le proprietà termodinamiche dell'R-407C e per garantire un significativo aumento delle prestazioni dell'unità e basse perdite di carico sul lato acqua.

La protezione dal gelo dell'evaporatore quando non è attivo è garantita dalla presenza di un tracciante elettrico di riscaldamento.

## CONDENSATORE

Batterie di scambio costituita da tubi in rame ed alettatura a pacco in alluminio

## VENTILATORI

L'unità è dotata di un ventilatore a due velocità, caratterizzato da un'elevatissima silenziosità di funzionamento, costruito in materiale composito riciclabile ed è di concezione multipala con convogliatore rotante con caratteristiche analoghe a quelli di tipo usato nell'industria aeronautica. E' eccezionalmente silenzioso e non genera i rumori a bassa frequenza che sono particolarmente irritanti per l'orecchio umano.

A carico parziale o quando la temperatura esterna si abbassa il ventilatore passa automaticamente al funzionamento a bassa velocità.

Uno degli accorgimenti adottati per esaltare la silenziosità di questi apparecchi è il montaggio dei ventilatori su un castelletto rigido, anziché direttamente sui pannelli superiori delle unità. Questo accorgimento innovativo, oltre a migliorare l'estetica del pannello superiore che può essere realizzato con forma piatta, previene anche la trasmissione di vibrazioni verso la carrozzeria dell'apparecchio.

## CIRCUITO FRIGORIFERO

I circuiti frigoriferi sono realizzati in modo da garantirne la tenuta per tutto il ciclo di vita dell'unità. Tutte le tubazioni ed i componenti dei circuiti frigoriferi sono uniti per saldatura, mentre i capillari, che sono noti per essere fonti di perdite di refrigerante, sono stati sostituiti da dispositivi più sicuri. I pressostati sono stati sostituiti da sensori di pressione direttamente montati sulle tubazioni.

## QUADRO ELETTRICO DI POTENZA E CONTROLLO

L'esecuzione dei collegamenti elettrici è semplificata in quanto la dotazione standard prevede un interruttore generale, e per tutta l'unità un solo punto di collegamento con una rete di alimentazione trifase senza neutro.

## CONTROLLO A MICROPROCESSORE

Un sistema di controllo di tipo autoadattativo garantisce una gestione intelligente del funzionamento del compressore, eliminando nella maggior parte delle applicazioni di climatizzazione l'esigenza di inserire tra il refrigeratore e le utenze un serbatoio tampone.

Il sistema monitorizza continuamente tutti i parametri caratteristici dell'apparecchio e dei dispositivi di sicurezza, gestendo con la massima cura il funzionamento del compressore e del ventilatore in modo da ottimizzare i consumi d'energia. Il sistema controlla inoltre anche il funzionamento della pompa dell'acqua.

L'algoritmo di controllo, che ha caratteristica PID a compensazione permanente in funzione della differenza tra la temperatura dell'acqua entrante e la temperatura dell'acqua uscente dall'evaporatore, anticipa le fluttuazioni del carico gestendo intelligentemente il compressore per controllare al meglio la temperatura dell'acqua uscente.

Per ottimizzare l'assorbimento di potenza, il sistema ritarda automaticamente il set point delle temperatura d'uscita dell'acqua refrigerata in funzione della temperatura dell'aria esterna o della temperatura d'ingresso dell'acqua refrigerata oppure può considerare un secondo set-point (per esempio di edificio occupato/edificio vuoto).

Il sistema di controllo ottimizza continuamente i tempi di funzionamento del compressore in funzione delle caratteristiche dell'impianto (grado di inerzia del circuito idraulico), prevenendo in tal modo pericolosi avviamenti ravvicinati del compressore stesso. Tale

caratteristica rende inutile l'uso di un serbatoio inerziale esterno per la maggior parte delle applicazioni di climatizzazione.

L'interfaccia con l'operatore è eccezionalmente chiara e facile da usare: una serie di LED e due display numerici garantiscono un'immediata verifica dei dati di funzionamento dell'apparecchio.

### MODULO IDRONICO

L'unità comprende un modulo idronico incorporato e del tutto completo, concepito per limitare l'entità dei lavori d'installazione a semplicissime operazioni quali il collegamento dell'alimentazione elettrica e delle tubazioni idrauliche di andata e di ritorno

La dotazione del modulo idronico comprende infatti tutti i componenti ausiliari necessari per il funzionamento dell'impianto: un filtro a rete amovibile, una pompa con un'elevata prevalenza utile, un vaso d'espansione, un flussostato acqua, una valvola di sicurezza, una serie di manometri ed una valvola di sfogo aria. Una valvola manuale di regolazione permette di ottenere una portata d'acqua conforme alle caratteristiche dell'applicazione.

Tutti i componenti idronici sono progettati dal congelamento dell'acqua che contengono fino ad una temperatura di -20°C.

### ACCESSIBILITÀ

Ampi pannelli amovibili e la portina incernierata del quadro di controllo assicurano una facile e perfetta accessibilità a tutti i componenti interni del refrigeratore. Una speciale apertura permette inoltre di effettuare eventuali ritarature senza interrompere l'attività del refrigeratore. Per l'esecuzione delle più importanti operazioni di manutenzione il pannello superiore dell'unità può essere facilmente rimosso permettendo di accedere alla batteria senza necessità di dovere manomettere in alcun modo il ventilatore.

### FUNZIONAMENTO a bassa temperatura

L'unità è progettata per poter funzionare in tutti i mesi dell'anno e riesce a produrre acqua refrigerata anche con temperature esterne fino a -10°C senza avere bisogno dell'installazione di alcun accessorio particolare.

Un algoritmo di controllo gestisce infatti in modo estremamente intelligente il funzionamento del ventilatore.

### **27.4.3 Unità di trattamento aria**

Unità di trattamento aria (UTA), ad elementi componibili, idonea all'installazione diretta all'esterno, avente componenti e dimensioni di ingombro riportate sui disegni e le seguenti caratteristiche generali. Le UTA dovranno garantire caratteristiche di tenuta certificate equivalenti alla classe di tenuta richiesta per le canalizzazioni dell'aria ai sensi della norma UNI EN 13779.

### STRUTTURA

La struttura portante dovrà essere costituita da profili cavi ricavati mediante estrusione di lega d'alluminio UNI 3569. Le viterie di fissaggio in acciaio inox saranno a scomparsa nel profilo al fine di avere all'interno superfici lisce. Elementi d'angolo in nylon.

Tra struttura ed involucro dovrà essere interposta una guarnizione in neoprene per garantire la tenuta.



## INVOLUCRO

La struttura sarà completata esternamente da pannellature spessore minimo 40 mm normalmente ricavate da due lamiere pressopiegate a scatola e iniettate a caldo con poliuretano densità 40/50 kg/m<sup>3</sup>, coefficiente di trasmissione 0,0005 kW/m<sup>2</sup>h°C, e classe 1 di reazione al fuoco certificata.

Le lamiere costituenti l'involucro saranno in alluminio internamente e preplastificate esternamente. Il colore esterno dovrà essere sottoposto ad approvazione della D.L.

L'accessibilità a tutte le parti soggette a manutenzione o ispezione (ventilatore, filtri, etc.) dovrà essere garantito mediante ampi sportelli di accesso completi di maniglie e cerniere

## SERRANDE

Le serrande dovranno essere costituite da una intelaiatura e da una serie di alette in acciaio zincato o estruse in alluminio UNI 3569; Le alette saranno a movimento contrapposto ruotanti su bussole di nylon e munite di guarnizioni di tenuta PVC, mentre nella zona di impernatura strisciano a tenuta su una lamina flessibile di acciaio inox.

Il comando della serranda può essere manuale o motorizzato; albero diam. 12 mm idoneo per servocomandi reperibili da commercio.

## FILTRI PIANI

Di tipo pieghettato costituiti da telaio in lamiera zincata, di tipo apribile, con setto filtrante in tessuto sintetico rigenerabile tenuto a sandwich tra due reti elettrosaldate zincate. Pieghettatura con superficie doppia di quella frontale, efficienza non inferiore a EU3.

Rigenerabili secondo istruzioni del costruttore.

## FILTRI A TASCHE

Costituiti da telaio a tenuta in lamiera zincata con tasche rigide o flosce in materiale sintetico o fibra di vetro; efficienza non inferiore a EU7.

## BATTERIE DI SCAMBIO TERMICO

Le batterie impiegate saranno a pacco alettato con passo tra i tubi 60 mm. Tubi in rame diametro 16 mm spessore 0,41 mm per acqua fino a 140 °C e 0,75 mm per temperature superiori. Alette in alluminio spessore 0,12 mm con passi da 2 a 7 mm, fissate mediante mandrinatura meccanica del tubo.

Telaio in acciaio zincato e piastre tubiere con collarini per evitare rotture per scorrimento dovute a dilatazioni termiche del tubo di rame.

Collettori di acciaio tipo MANNESMANN con attacchi filettati; a richiesta flangiati e con controflange.

Ogni batteria sarà collaudata mediante immersione in acqua e insufflaggio aria a 30 bar.

Le batterie dovranno essere facilmente ispezionabili ed estraibili dal lato frontale dell'unità.

Inferiormente alla batteria di raffreddamento si dovrà prevedere il bacino di raccolta condensa completo di scarico filettato.

A monte ed a valle di ogni batteria dovrà essere previsto un adeguato spazio per l'inserimento delle sonde del sistema di regolazione.

## SEZIONE DI UMIDIFICAZIONE

Se presente sarà costituita da una sezione predisposta per l'inserimento di un distributore di vapore realizzata in lega di alluminio.

A completamento della sezione di umidificazione è previsto l'eliminatore di gocce, costituito da setti a più pieghe in PERALUMAN pressopiegati a profilo speciale, che permette di ottenere un elevato rendimento con modesta perdita di carico lato aria.

### SEZIONE VENTILANTE

La costruzione prevede l'impiego di ventilatore centrifugo a doppia aspirazione, singolo. La coclea del ventilatore sarà in lamiera zincata come la girante la quale, staticamente e dinamicamente bilanciata, sarà supportata da un albero in acciaio rettificato sostenuto da cuscinetti a sfera, precaricati di grasso, con sedi di gomma o di ghisa.

Il ventilatore e il motore (completo di slitta tendicinghia) dovranno essere montati su un unico basamento costituito da speciali profilati in alluminio.

Fra basamento comune (motore-ventilatore) e base interna della sezione ventilante, saranno applicati degli ammortizzatori del tipo a molla che, con il raccordo antivibrante sulla bocca premente del ventilatore eviteranno qualsiasi trasmissione di vibrazioni alla struttura esterna.

Il motore elettrico dovrà appartenere alla serie unificata UNEL-MEC, a corrente alternata, di tipo chiuso, auto ventilato, scelto in grado di erogare una potenza resa maggiore del 25 - 30% rispetto alla potenza assorbita dal ventilatore.

La trasmissione tra motore e ventilatore sarà realizzata mediante cinghie trapezoidali di gomma, ad alta efficienza a norme DIN e pulegge in ghisa staticamente e dinamicamente bilanciate. Tutte le pulegge saranno a mozzo conico.

### SILENZIATORE

Silenziatore sarà di tipo rettilineo costituito da setti fonoassorbenti realizzati mediante telai in lamiera zincata contenenti lana minerale ad alta densità ad alto coefficiente di assorbimento acustico con rivestimento in fibra di vetro per evitare lo sfaldamento.

Classe 1 di reazione al fuoco certificata.

### CRITERI DI INSTALLAZIONE

La sistemazione dell'UTA, delle tubazioni, del valvolame e delle canalizzazioni ad essa relative è illustrata nelle tavole allegate al presente Capitolato Speciale.

La centrale di trattamento aria dovrà essere assemblata così come indicato sulle tavole citate.

Le batterie di scambio termico A.C. e A.R. dovranno essere complete di:

- valvola di regolazione a tre vie con servocomando;
- saracinesche di intercettazione e by-pass;
- giunti di dilatazione in gomma per assorbimento delle dilatazioni angolari o trasversali delle tubazioni;
- rubinetto di scarico collegato alla rete di scarico prevista;
- termometri, manometri, pozzetti termometrici.

Tutte le tubazioni convoglianti l'A.C. e A.R. dovranno essere in acciaio nero, montate a regola d'arte secondo i criteri esposti nelle relative schede tecniche.

La finitura delle coibentazioni termiche dovrà essere effettuata con materiali specificati nelle schede tecniche relative alle coibentazioni termiche ed antistillicidio per tubazioni.

Particolare cura dovrà essere posta nella coibentazione e nella finitura del valvolame A.R.

Le acque di scarico dovranno essere convogliate a mezzo di apposito sifone, nella rete di scarichi.

L'A.L. è tenuta alla fornitura di una serie completa di filtri aria di scorta.

Il collegamento tra l'UTA le condotte di distribuzione aria dovrà avvenire mediante l'inserimento di giunti antivibranti in tela e profilati.

Inferiormente ai piedi di appoggio dovranno essere inseriti elementi antivibranti di tipo monoblocco in gomma.

L'A.L. ha l'obbligo di verificare attentamente le perdite di carico dell'impianto di distribuzione dell'aria sulla scorta delle apparecchiature da essa prescelte ed in base a queste ultime affinare la scelta del ventilatore.

Ultimata l'installazione dell'UTA l'A.L. dovrà procedere ad accurate misure della portata dell'aria di mandata e a tarare il ventilatore al fine di assicurare la portata di progetto.

#### ***27.4.4 Umidificatore a vapore elettrico a resistenza***

##### CARATTERISTICHE GENERALI

Produttore di vapore elettrico a resistenze immerse, modulante a funzionamento automatico.

##### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- Produttore di vapore elettrico a resistenze immerse, cilindro vapore in acciaio inox, Ni Cr, per esercizio con acqua normale di rete, addolcita o demineralizzata.
- Pompa di scarico e contenitore esterno del calcare per una manutenzione dall'esterno semplice e rapida.
- Gestione elettronica dell'unità di livello
- Interfacciabile con ogni segnale di regolazione esterno.
- Funzionamento completamente automatico gestito da microprocessore
- Erogazione vapore proporzionale con precisione lineare
- Unità di comando con display alfanumerico LCD multifunzionale.
- Scheda per la segnalazione remota di stati e allarmi

Alimentazione 400/3/50 V/f/Hz

##### CARATTERISTICHE DI MONTAGGIO

L'umidificatore dovrà essere allacciato alle tubazioni di alimentazione e di scarico acqua.

L'alimentazione dovrà essere derivata dalla rete acqua attraverso un rubinetto di intercettazione completo di filtro

Lo scarico dell'apparecchio deve essere collegato alla rete di scarico acque bianche

Per la prima parte dello scarico devono essere previste tubazioni in gomma e/o plastica non conduttive per impedire perdite di corrente verso terra

Il tubo per la distribuzione del vapore nelle condotte dovrà essere interamente in acciaio inox e dovrà essere proporzionato alla potenzialità dell'umidificatore e alla sezione della canalizzazione.

Compatibilmente con le dimensioni della condotta d'aria, i distributori devono essere più lunghi possibile e sistemati lontano da curve, diramazioni, cambi di sezione, griglie filtri, ventilatori.

Per l'eliminazione della condensa il distributore dovrà essere montato con una leggera pendenza (2 - 3%).

La connessione tra umidificatore e distributore deve essere realizzata in modo tale da evitare accumuli di condensa con conseguente rumorosità (sotto forma di gorgoglii) e perdite di efficienza. Il percorso della tubazione deve sfruttare la gravità per drenare il vapore ricondensato verso l'apparecchio o verso il distributore.

In particolare dovranno essere seguite le seguenti prescrizioni:

- evitare curve troppo strette del tubo per non causare pieghe o strozzature;
- se il distributore si trova ad un livello superiore a quello dell'umidificatore, mantenere una pendenza uniforme minima del 20% verso l'umidificatore per ricondurre il vapore verso il boiler;
- se la differenza tra le quote non è sufficiente per realizzare quanto sopra, oppure se il distributore si trova più in basso del raccordo del cilindro vapore, salire con il tubo ad un livello sufficiente per poi scendere verso il distributore con la pendenza uniforme superiore o almeno pari al 5%;
- evitare di creare sacche di accumulo della condensa tra il cilindro vapore ed il distributore;
- evitare tratti di tubazione con pendenze inferiori a quelle indicate;
- conformare il tubo di scarico condensa in modo da creare un sifone ad evitare ritorni di condensa;
- il tubo della condensa, con una estremità allacciata al distributore di vapore, deve condurre il condensato alla vaschetta di fondo, quando questa si trovi più in basso del distributore o del sistema fognario;

Per il coinvolgimento di vapore e condensa, si dovranno utilizzare speciali tubazioni fornite direttamente dal costruttore dell'apparecchio idonee per l'impiego.

#### ***27.4.5 Scambiatore di calore a piastre***

Scambiatore di calore a piastre PN 16, per impianti di riscaldamento, raffreddamento, produzione di acqua calda igienico-sanitaria.

### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Piastre in acciaio inox AISI 316

Guarnizioni in nitrile non incollate per un'agevole manutenzione

Fusto, piastroni e attacchi in acciaio verniciato

Attacchi filettati fino a DN 50, flangiati per diametri superiori

#### ***27.4.6 Impianto di trattamento acqua a doppia colonna***

L'addolcitore per il trattamento dell'acqua dovrà essere del tipo completamente automatico, a doppia colonna, con rigenerazione automatica volumetrica alternata.

Ogni colonna dovrà essere gestita da un contatore ad impulsi, il quale al raggiungimento della portata programmata attraverso il quadro di comando e controllo, avvierà automaticamente la rigenerazione della stessa ed inserirà la seconda colonna precedentemente in stand-by.

I principali componenti dell'addolcitore dovranno essere:

- contenitore delle resine in acciaio elettrosaldato e zincato a fuoco;
- contenitore del sale in materiale plastico oppure in acciaio verniciato con vernici epossidiche antiacide;
- automatismi vari per il funzionamento, il controllo e la regolazione dell'addolcitore.

A monte dell'addolcitore dovranno essere installati due filtri dissabbiatori con cartuccia intercambiabile in grado di garantire la filtrazione di tutti i corpi solidi con granulometria superiore a 80  $\mu$ , di tipo autopulente, con funzionamento semiautomatico, uno funzionante ed uno di riserva.

Sulla tubazione di alimentazione del gruppo di trattamento acqua, in arrivo dalla rete acqua potabile, dovrà essere inserito un disconnettore anticontaminazione, al fine di preservare la rete stessa in caso di pressione di valle superiore.

A valle dell'addolcitore dovranno essere installate delle stazioni di dosaggio di prodotti condizionanti per i vari circuiti previsti.

Ogni stazione dovrà essere composta da:

- Serbatoio di contenimento prodotto in materiale plastico, capacità 100 l con coperchio e sonda di minimo livello, predisposto per inserimento diretto della pompa dosatrice
- Pompa dosatrice elettromeccanica a portata variabile, funzionamento manuale o automatico (comandato da contatore ad impulsi) completi di motore, tubazioni di mandata e raccordo per l'inserimento sul relativo serbatoio
- Contatore ad impulsi a frequenza rapida adatto per il comando di pompe dosatrici, attacchi filettati fino a  $\varnothing$  1½", flangiati per diametri superiori

- Disconnettore anticontaminazione per evitare che in caso di anormale variazioni di pressione l'acqua di un circuito trattata con un determinato prodotto chimico possa defluire verso altri circuiti trattati diversamente

La tubazione di alimentazione dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria dovrà essere provvista di una valvola di by-pass tarabile per garantire il grado di durezza richiesto dalla normativa vigente.

#### **27.4.7 Bollitore per acqua calda sanitaria**

Il bollitore dovrà essere del tipo cilindrico verticale, costruito in lamiera di acciaio zincato a caldo completo di piedini di appoggio, con doppio scambiatore di calore a fascio tubero estraibile in acciaio inox .

Il serbatoio dovrà essere protetto internamente mediante un trattamento anticorrosivo adatto per uso alimentare, e corredato di anodi al magnesio cortocircuiti, gruppo di scarico e di sfiato automatico, attacchi per sonde ed accessori .

La coibentazione dovrà essere eseguita mediante materassini in fibra di vetro ad alta densità dello spessore di 80 mm, rifinita con lamierino d'alluminio lucido sagomato spessore 10/10.

#### **27.4.8 Elettropompe**

Le elettropompe, centrifughe, dovranno essere in-line, monostadio, idonee per acqua calda refrigerata.

##### CARATTERISTICHE POMPE IN - LINE SINGOLE

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| • corpo                      | in ghisa, forma a chiocciola in<br>con attacchi in linea |
| • girante                    | in ghisa   |
| • albero                     | in acciaio   |
| • tenuta                     | meccanica  |
| • attacchi                   | flangiati  |
| • motore                     | 4 poli con inverter incorporato                          |
| • grado di protezione minimo | IP 44  |
| • alimentazione              | 400/3/50 V/f/Hz  |

Ogni pompa inoltre dovrà essere completa di due valvole di sezionamento, filtro, valvola di ritegno, giunti antivibranti, collettore di aspirazione e mandata, collegamento del gocciolatoio alla rete di scarico.

I circolatori dovranno inoltre essere di tipo singolo, a rotore bagnato, per acqua calda e refrigerata, attacchi in linea, a tre o quattro velocità.

### **27.4.9 Ventilconvettori verticali**

I ventilconvettori da installare dovranno per uniformità appartenere ad una stessa serie di modelli di un'unica casa costruttrice, tali da soddisfare le caratteristiche di potenzialità richieste dall'impianto di condizionamento e disponibili nei modelli verticali con carenatura e piedini.

Sui disegni sono riportati i dati tecnici relativi alle grandezze da impiegare.

I ventilconvettori dovranno garantire un livello di potenza sonora non superiore ai 40 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto).

Le principali caratteristiche dell'apparecchio, dovranno essere le seguenti:

#### **MOBILETTO**

Adatto per l'impiego verticale in vista, con o senza piedini di appoggio, fornito di carenatura di lamiera d'acciaio zincato o trattato con elettroforesi e verniciato a fuoco o con vernici speciali antigraffio; corredato di griglia di ripresa aria inferiore (facilmente asportabile per sostituzione filtro) e di griglia di mandata aria superiore, reversibile per dirigere l'aria verso il fronte o verso il retro del ventilconvettore contro il serramento.

Il mobiletto deve essere fornito imballato in film di vinile trasparente, da rimuovere solo all'avviamento dell'impianto.

#### **MOTORE**

A poli schermati monofase alimentato a 220 V c.a. 50 Hz con almeno 3 velocità possibili, selezionabili con apposito commutatore esterno. Gli alberi, largamente dimensionati, saranno montati su bronzine con ampie coppe per il lubrificante, o su cuscinetti a rotolamento. La rumorosità emessa non dovrà superare alla velocità intermedia i 43 dB a tutte le frequenze.

#### **VENTILATORE**

Si impiegheranno ventilatori centrifughi a doppia aspirazione con girante in alluminio a perfetta equilibratura, calettata sull'albero del motore con bronzine sinterizzate e montate su gomma. Le chioccioline dei ventilatori in lamiera zincata dovranno essere protette con vernici e mastici antirombo.

#### **FILTRO**

Dovrà essere del tipo rigenerabile in materiale acrilico montato su telaio portante in lamiera zincata.

#### **BATTERIA/ DOPPIA BATTERIA DI SCAMBIO TERMICO**

La batteria dovrà essere realizzata con tubi in rame ed alette in alluminio, del tipo a pacco, equidistanziate, rese perfettamente aderenti ai tubi con espansione meccanica o idraulica degli stessi. Sarà fornita di attacchi per l'acqua a sinistra, e completa di valvola manuale di sfogo dell'aria.

#### **BACINELLA RACCOLTA CONDENSA**

Dovrà essere realizzata con i materiali resistenti alla corrosione, e isolata contro la formazione di condensa sui lati esterni; sarà sufficiente a raccogliere le condense senza l'impiego di bacinelle ausiliarie.

#### COMANDI ELETTRICI

Comprenderanno: interruttore di accensione, commutatore di velocità; tutti gli organi elettrici saranno racchiusi in una scatola chiusa, posta a destra della batteria.

Comprenderanno: interruttore di accensione, commutatore di velocità e termostato con commutazione stagionale centralizzata; tutti gli organi elettrici saranno racchiusi in una scatola chiusa, posta a lato della batteria.

La morsettiera di collegamento dovrà avere quattro morsetti distinti per l'inserimento dei seguenti conduttori:

- fase invernale
- fase estiva
- neutro
- terra

Infine il ventilconvettore dovrà avere sportelli idonei all'accesso ai dispositivi elettrici e agli attacchi e rubinetti; sarà fornito con zanche di fissaggio, e completo di 60 cm di cavo per l'allacciamento elettrico.

#### **27.4.10 Ventilconvettori da incasso nel controsoffitto**

I ventilconvettori da installare dovranno per uniformità appartenere ad una stessa serie di modelli di un'unica casa costruttrice, tali da soddisfare le caratteristiche di potenzialità richieste dall'impianto di condizionamento.

Sui disegni sono riportati i dati tecnici relativi alle grandezze da impiegare.

I ventilconvettori dovranno garantire un livello di potenza sonora non superiore ai 40 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto).

Le principali caratteristiche dell'apparecchio, dovranno essere le seguenti:

#### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE:

- Distribuzione a quattro vie che assicura il comfort individuale; in caso di necessità ognuna delle quattro vie può essere inattiva o regolata separatamente.
- Lo speciale disegno del diffusore garantisce una rapida miscelazione tra la mandata e l'aria ambiente. L'aria in uscita è diretta tangenzialmente al soffitto e quindi distribuita uniformemente in tutto il locale. La ripresa viene effettuata attraverso una griglia centrale generosamente dimensionata. L'aria aspirata viene quindi depurata da un filtro sintetico rigenerabile facilmente amovibile e quindi trattata e reimpressa in ambiente
- Su un fianco l'apparecchio è dotato di un foro pretranciato per l'eventuale collegamento con un canale d'immissione aria esterna.



- Tutti gli apparecchi sono dotati dei tiranti e delle staffe necessari per un montaggio facile e veloce.
- L'isolamento acustico interno, lo speciale profilo del diffusore e l'elevata efficienza del ventilatore a pale alari permettono di ottenere un funzionamento particolarmente silenzioso
- L'unità dovrà essere completa di termostato, di interruttore ON/OFF e di selettore per le tre velocità del ventilatore .

### TECNOLOGIA E COMPONENTISTICA

- Il ventilatore con pale all'indietro è accoppiato direttamente ad un motore a tre velocità con condensatore permanentemente inserito (PSC) e dotato di protezione termica incorporata e controllata da un regolatore elettronico esterno. Il motoventilatore è vincolato all'apparecchio tramite ammortizzatori. Il disegno delle pale assicura la distribuzione ottimale dell'aria sulla batteria
- La batteria / doppia batteria ad alta efficienza può avere uno, due o tre ranghi ed è costituita da tubi in rame espansi meccanicamente all'interno del pacco alettato continuo in alluminio. Gli attacchi sono in ottone e la parte superiore della batteria è dotata di valvola per lo sfiato dell'aria, mentre sulla parte inferiore si trova una valvola di drenaggio.
- Una pompa rimuove la condensa dalla bacinella di raccolta convogliandola in una linea di drenaggio e prevenendo straboccamenti anche quando l'umidità ambiente è particolarmente elevata.
- Il diffusore di mandata ha quattro feritoie d'immissione ed uno speciale deflettore interno che permette di effettuare il lancio su due, tre o quattro vie.
- L'abbassamento della portata alla velocità media e bassa permette un'ulteriore contenimento del livello sonoro di questi apparecchi.

### ACCESSORI DA FORNIRE:

- Kit di controllo a distanza per montaggio a parete con termostato
- Kit di montaggio della valvola motorizzata e dei relativi accessori (comprende le valvole d'intercettazione, raccordi precostituiti per facilitare il montaggio) e bacinella ausiliaria per la raccolta della condensa. La valvola termoelettrica a due posizioni pilotata dal termostato ambiente controlla l'afflusso dell'acqua in batteria. Il kit, una volta montato, ha anche una funzione di sicurezza in quanto può arrestare l'afflusso dell'acqua in batteria su input proveniente dall'interruttore di livello della bacinella.
- Pompa ausiliaria autoinnescante ad alta prevalenza per scarico della condensa; la dotazione della pompa, che è a due velocità, è completata da una valvola di ritegno

incorporata. La prevalenza erogata alla bassa velocità è di 30 kPa e quella erogata alla massima do di 90 kPa.

La tabella sottostante riporta le caratteristiche tecniche di ogni grandezza prevista nel progetto.

#### **27.4.11      *Collettori di distribuzione di zona***

##### IMPIANTI IDROSANITARI

Collettori per distribuzione impianti idrosanitari, preassemblati in cassetta, pressione massima di esercizio 10 bar, costituiti da:

- cassetta di contenimento ed ispezione in plastica da incasso con pareti pretranciate e coperchio avvitato
- supporti per fissaggio collettori
- n. 2 collettori semplici componibili in ottone cromato, con valvole di intercettazione incorporate
- n. 2 ammortizzatori del colpo d'ariete corpo in ottone, cromati

##### IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

Collettori per distribuzione impianti di riscaldamento, preassemblati in cassetta, pressione massima di esercizio 10 bar, costituiti da:

- cassetta di contenimento ed ispezione in plastica da incasso con pareti pretranciate e coperchio avvitato
- supporti per fissaggio collettori
- n. 2 valvole di intercettazione a sfera con maniglia a farfalla
- n. 2 collettori semplici componibili in ottone cromato
- n. 2 valvoline di sfiato automatico con intercettazione
- coibentazione termica ed antistillicidio

#### **27.4.12      *Radiatori tubolari in acciaio***

##### CARATTERISTICHE GENERALI

Radiatori ad elementi tubolari in acciaio preverniciati, completi di mensole a parete ed accessori.

##### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- Tubi in acciaio diametro 25 mm, spessore 1,20 mm
- Teste con raggio di curvatura 25 mm
- Valvolina manuale sfogo aria
- Attacchi gas Ø1¼"
- Pretrattamento con fosfosgrassaggio
- Verniciatura con polveri epossidiche colore bianco RAL 9010
- Imballo singolo costituito da cuffie in materiale antiurto e rivestimento in polietilene
- Pressione massima di esercizio minima 12 bar
- Temperatura massima di esercizio 95 °C

- Rese termiche secondo UNI EN 442

Ogni radiatore dovrà essere corredato dei seguenti accessori verniciati analogamente al radiatore stesso:

- valvola a squadra con comando termostatico
- detentore a squadra
- chele di sostegno
- rosone in corrispondenza dell'uscita della tubazione dalla parete/pavimento

#### **27.4.13 Bocchette immissione ed estrazione aria, serrande di regolazione**

Le bocchette ed diffusori di mandata e ripresa aria dovranno essere in alluminio anodizzato o in lamiera verniciata, completi di controtelaio, eventuali serrande di taratura, e di tutti gli accessori per la corretta installazione nelle posizioni previste.

Tutte le bocchette di immissione ed estrazione aria dovranno garantire un livello di potenza sonora non superiore ai 30 dB(A) alla velocità nominale di funzionamento (carico nominale di progetto). Tale livello massimo ammissibile deve essere garantito tenendo conto anche del rumore indotto dalla relativa unità di trattamento aria di alimentazione e dal rumore generato dalle serrande e dispositivi installati lungo il condotto.

Le principali caratteristiche tecniche sono le seguenti:

##### **BOCCHETTE DI MANDATA**

Diffusore quadrangolare a flusso turbolento con frontale in lamiera forellinata preverniciata, completo di plenum di distribuzione coibentato con serranda di taratura ed accessori.

Valvola di ventilazione in polipropilene bianco, con disco centrale ellittico, regolabile a vite, completa di collare per il collegamento al flessibile.

Bocchetta rettangolare a doppia fila di alette ortogonali, in alluminio anodizzato, completa di serranda di taratura ad alette con rotazione contraria e controtelaio

##### **BOCCHETTE DI RIPRESA**

Diffusore quadrangolare a flusso turbolento con frontale in lamiera forellinata preverniciata, completo di plenum di distribuzione coibentato con serranda di taratura ed accessori.

Valvola di ventilazione in polipropilene bianco, con disco centrale ellittico, regolabile a vite, completa di collare per il collegamento al flessibile.

Griglia di ripresa, in alluminio anodizzato, a semplice fila di alette orizzontali fisse, inclinate, parallele al lato orizzontale, completa di controtelaio e serranda di taratura ad alette con rotazione contraria.

##### **SERRANDA DI REGOLAZIONE**

Serranda di regolazione aria in acciaio zincato, con alette tamburate, a rotazione contraria tramite ingranaggi, con comando manuale, passo 50 mm.

#### **27.4.14 Griglie presa aria esterna ed espulsione**

Dovranno essere costituite da una intelaiatura esterna in acciaio zincato e verniciato, di spessore minimo 10/10 mm, da una rete di protezione antitopo in acciaio zincato e verniciato all'esterno, di una serie di alette fisse in lamiera di acciaio zincato e verniciato di robusto spessore, passo 50 o 100 mm, disposte con inclinazione di 45°, in modo da impedire l'entrata di acqua.

Le singole parti della griglia saranno imbullonate tra di loro o saldate.

In questo caso la zincatura dovrà essere fatta a saldatura avvenuta.

Qualora la griglia sia collegata ad un canale, tra la griglia ed il canale dovrà essere previsto un tronco della lunghezza minima di 30 cm, in lamiera zincata e dello spessore stesso del canale, inclinato verso l'alto di un angolo di 25°, per impedire eventuale trasporto d'acqua nel canale.

La griglia dovrà essere posta ad un'altezza tale da impedire l'accumulo di neve davanti ad essa.

Le griglie dovranno essere di tipo acustico cioè adatte ad abbattere in parte il livello di rumorosità prodotto dai ventilatori e dall'aria.

#### **27.4.15 Silenziatore**

##### GENERALITA'

Silenziatore rettangolare con cassa in acciaio zincato e setti fonoassorbenti in lana minerale ad alta densità con rivestimento antierosione.

Le caratteristiche riportate nella presente scheda fanno riferimento ai valori di prestazione minimi accettabili. In sede di cantierizzazione del progetto dovranno essere verificati e selezionati, senza alcun onere aggiuntivo per l'E.A., silenziatori idonei alle caratteristiche dichiarate dai produttori dei componenti impiantistici (UTA, serrande, bocchette) al fine di verificare e rispettare i livelli massimi ammissibili di rumorosità in ambiente di cui al presente capitolato.

##### CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Carcassa metallica per il contenimento dei setti, realizzata in lamiera zincata spessore minimo 1 mm, completa di flange forate alle due estremità.

Setti costituiti da telaio in lamiera zincata contenente lana minerale ad alta densità e ad alto coefficiente di assorbimento acustico con rivestimento in fibra di vetro per impedirne lo sfaldamento con velocità dell'aria fino a 20 m/s

La certificazione di reazione al fuoco del materiale fonoassorbente è in Classe 1 ai sensi del D.M. 26-6-1984.

### DIMENSIONI

Spessore dei setti 200 mm  
Larghezza passaggi aria 100 mm  
Area frontale libera 33 %

### ATTENUAZIONE

Lungh. mm	Bande d'ottava - Hz							
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
600	3	6	11	18	24	28	18	12
900	5	11	20	28	40	42	30	20
1.200	7	14	24	36	46	46	38	29
1.500	9	16	30	44	49	49	44	30
1.800	11	19	35	47	50	50	47	35
2.100	12	21	39	50	50	50	49	41

#### **27.4.16 Serrande tagliafuoco**

##### SERRANDA QUADRANGOLARE

Serranda tagliafuoco certificata secondo la Normativa Europea EN 1366-2 (Decreto Ministero dell'Interno 16 Febbraio 2007) presso laboratorio certificato con classificazione secondo UNI EN 13501-3.

##### **Comportamento al fuoco:**

- chiusura automatica a meno di 30 secondi dal contatto con la fiamma;
- isolamento al calore e alla fiamma indicata a progetto e comunque sempre maggiore o uguale alla resistenza al fuoco della parete attraversata;
- assenza di ponte termico tra le facce della parete di installazione;
- assenza di ponte termico tra i canali a monte e a valle.

##### **Comportamento al fumo:**

- funzione di serranda taglia fumo sia in assenza d'incendio (fumi freddi) sia durante l'incendio.

**Possibilità di installazione:** la serranda deve essere idonea per poter essere certificata per installazione

- entro parete in mattoni aerati o REI;

- entro parete leggera (cartongesso);
- entro solaio in calcestruzzo.

**Comandi di chiusura:** la chiusura della serranda deve poter essere

- totalmente meccanica;
- meccanico/magnetico per collegamento ad impianto antincendio e rilevamento fumi;
- motorizzato per collegamento ad impianto antincendio e rilevamento fumi con riarmo automatico.

Blocco sicurezza: garantisce il mantenimento della chiusura della serranda anche nel caso in cui il fuoco distruggesse completamente il comando di chiusura.

**Caratteristiche aerauliche:**

- assenza di una direzione preferenziale per il flusso d'aria;
- velocità dell'aria fino a 10 m/s;
- perdite di carico contenute;
- bassa generazione di rumore.

**Materiali:**

- condotto in lamiera zincata di acciaio al carbonio;
- pala monoblocco in silicato di calcio;
- pala in tre strati composta in due pannelli esterni in silicato di calcio e un pannello interno in solfato di calcio;
- guarnizione termica in fibra minerale;
- guarnizione per fumi freddi in silicone;
- guarnizione termo espandente in grafite
- accessori a corredo inclusi.

**Modalità di installazione e certificazione**

L'installazione deve essere eseguita osservando scrupolosamente le procedure di installazione fornite dal costruttore, che rispecchiano le installazioni realizzate durante le prove al fuoco.

L'installazione deve essere certificata dall'installatore mediante dichiarazione di corretta posa in opera specificando:

- costruttore, marca e modello della serranda;
- versione della serranda e accessori a corredo;
- modalità di installazione e accessori a corredo in funzione della parete (pesante o leggera) e della posizione (verticale, orizzontale);
- documentazione tecnica allegata a corredo.

#### **27.4.17 Valvolame**

E' previsto valvolame in ghisa e in bronzo.

Il valvolame in ghisa sarà del tipo a flange;

il valvolame in bronzo sarà del tipo pesante con attacchi filettati.

L'impiego del valvolame a flange è previsto per diametri superiori al DN 32.

Sui collettori è, per uniformità, richiesta l'installazione di valvolame a flange anche per piccoli diametri.

Sulle tubazioni acqua potabile fredda, calda e ricircolo sono previste valvole di intercettazione a sfera con corpo in ottone ed attacchi filettati ad eccezione di quelle installate sui gruppi di pompaggio.

Le valvole di commutazione stagionale dovranno essere del tipo in acciaio a sfera con attacchi flangiati.

Sulle reti di distribuzione, nei punti più alti e dove occorre, dovranno essere previsti scarichi d'aria, nei punti più bassi scarichi d'acqua, così come indicato sui disegni di progetto.

Per gli scarichi d'aria si dovranno adottare valvole automatiche a galleggiante.

Per gli scarichi d'acqua si dovranno adottare rubinetti a maschio completi di chiavi di manovra, con scarico convogliato alla rete di raccolta prevista.

#### VALVOLAME IN BRONZO E OTTONE

- VALVOLE A SFERA:
  - corpo in ottone;
  - sfera in ottone cromato;
  - guarnizioni delle sedi e guarnizioni di tenuta dello stelo in teflon;
  - pressione massima ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - giunzioni filettate.
  
- SARACINESCHE DI INTERCETTAZIONE, RUBINETTI DI ARRESTO A STELO INCLINATO, VALVOLE DI TARATURA A STELO INCLINATO:
  - corpo e coperchio in bronzo di fusione;
  - otturatore in bronzo per le saracinesche ed a piattello con guarnizione per le valvole a stelo inclinato;
  - pressione ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - giunzioni filettate.
  
- RUBINETTI A MASCHIO:
  - corpo e coperchio in bronzo di fusione;
  - otturatore a maschio in ottone;
  - tenuta verso l'esterno mediante bussola precompressa;
  - pressione massima ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - dotati di chiave quadra e portagomma;
  - giunzioni filettate.

## VALVOLAME IN GHISA

- SARACINESCHE:
  - corpo, cuneo, cappello e volantino in ghisa;
  - anelli di tenuta in ottone fuso;
  - albero in ottone;
  - pressione massima ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 10 con gradino di tenuta.
  
- FILTRI:
  - corpo e coperchio in ghisa;
  - cestello filtrante in acciaio inox 18/8;
  - pressione massima ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 10 con gradino di tenuta.
  
- GIUNTI ANTIVIBRANTI:
  - corpo elastico di forma sferica, in gomma, con rete di supporto in nylon e filo d'acciaio;
  - pressione massima ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 10.
  
- VALVOLE DI RITEGNO:
  - corpo e battente in ghisa;
  - sede di tenuta nel corpo con anello in bronzo;
  - tenuta sull'otturatore in gomma dura;
  - pressione massima ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 10 con gradino di tenuta.

## VALVOLAME IN ACCIAIO

- VALVOLA A TRE VIE A SFERA (inversione stagionale)
  - corpo in acciaio;
  - sfera in ottone cromato forata a "L";
  - guarnizioni di tenuta in teflon;
  - comando manuale con doppio volantino;
  - pressione massima ammissibile = 10 bar;
  - temperatura di esercizio = 100°C;
  - flange dimensionate secondo UNI PN 10 con gradino di tenuta.

### **27.4.18 Tubazioni in acciaio nero**



TUBAZIONI IN ACCIAIO Fe 330:

senza saldatura, secondo UNI EN 10255 per diametri fino a DN 50.

TUBAZIONI IN ACCIAIO Fe 320:

senza saldatura, secondo UNI EN 10216 per diametri superiori.

CURVE:

stampate in acciaio.

GIUNZIONI:

saldate con saldatura elettrica o ossiacetilenica previa adeguata preparazione delle estremità da saldare.

ACCETTABILITA' DEI DIFETTI DELLE GIUNZIONI:

non è ammessa una mancanza di penetrazione al vertice superiore al 10% dello spessore del tubo.

PROVA IDRAULICA DI TENUTA (secondo UNI 5364):

ultimata la stesura della rete di distribuzione deve essere eseguita una prova idraulica a freddo dell'impianto ad una pressione di prova maggiore di 1 bar rispetto a quella corrispondente alla condizione di normale esercizio.

La prova verrà considerata positiva se l'impianto, mantenuto alla pressione stabilita per sei ore consecutive, non subirà diminuzioni di pressione.

PRESCRIZIONE DI MONTAGGIO:

le reti saranno montate a regola d'arte con l'impiego di:

- staffaggi per guida, sostegno e fissaggio;
- sfoghi aria nei punti più alti con funzione di separatori e accumulatori di aria e con rubinetti o valvole di scarico automatiche;
- giunti elastici per evitare la trasmissione delle vibrazioni alle strutture;
- compensatori di dilatazione assiali ove necessario e relativi punti fissi.
- rubinetti di scarico nei punti bassi;
- verniciatura;
- coibentazioni;
- fascette colorate o targhe indicatrici per l'individuazione dei fluidi (da applicare sopra il coibente).

IMPIEGO:

- reti acqua refrigerata;
- reti acqua calda
- circuiti di raffreddamento.
- tubazioni adduzione gas.

**27.4.19 Tubazioni in acciaio zincato**

TUBAZIONI IN ACCIAIO Fe 330:

senza saldatura, secondo UNI EN 10255, zincati a caldo secondo UNI EN 10240.

CURVE E RACCORDERIA:

in ghisa malleabile dimensioni secondo UNI.

GIUNZIONI:

vite e manicotto.

PROVA IDRAULICA DI TENUTA (secondo UNI 5364):

ultimata la stesura della rete di distribuzione deve essere eseguita una prova idraulica a freddo dell'impianto ad una pressione di prova maggiore di 1 bar rispetto a quella corrispondente alla condizione di normale esercizio.

La prova verrà considerata positiva se l'impianto, mantenuto alla pressione stabilita per sei ore consecutive, non subirà diminuzioni di pressione.

IMPIEGO:

- reti acqua potabile fredda.
- reti acqua potabile calda.
- reti acqua potabile trattata.

**27.4.20      *Tubazioni in rame per circuiti acqua calda***

NOTE GENERALI

Le tubazioni in rame, se non diversamente indicato, devono essere conformi alla tabella UNI 6507-69, avere titolo 99,9% ed essere disossidate con fosforo (P residuo compreso tra 0,015% e 0,04%) secondo le norme ASTM.

In particolare i tubi devono essere sgrassati internamente e presentare la superficie interna ed esterna lisce, esenti da difetti come bolle, soffiature, scaglie, ecc., che possono provocare inconvenienti nell'utilizzazione dei tubi stessi.

GIUNZIONI

I giunti tra tubi in rame e raccordi a brasare vanno effettuati mediante brasatura dolce a bassa temperatura di fusione (300°C) o equivalente.

Devono essere impiegati solo raccordi normalizzati.

I giunti tra i tubi in rame, devono essere effettuati mediante brasatura forte con lega saldante ad alta temperatura di fusione (800°C) o equivalenti.

Le estremità dei tubi vanno tagliate perpendicolarmente e sbavate.

Le parti terminali dei tubi vanno calibrate mediante apposito attrezzo e mazzuolo di legno.

Le superfici da saldare dei tubi e dei raccordi vanno pulite metallicamente, devono cioè risultare prive di sporcizia e di ossido. Per la pulizia va usata lana di acciaio fine o tela smeriglio con grana 240 (o più fine) oppure spazzole metalliche circolari e rotonde. Non è ammesso l'impiego di lime, spazzole di ferro o carta vetrata.

Le estremità dei tubi vanno successivamente spalmate con disossidante (solo le parti di tubo che entrano nei raccordi).

Il disossidante per le brasature dolci deve essere di tipo normalizzato autoneutralizzante.

Il disossidante per le brasature forti deve essere di tipo normalizzato sotto forma di pasta o di polvere secca.

Nella brasatura forte deve essere in ogni caso evitato il surriscaldamento sino all'incandescenza delle parti da saldare.

I giunti tra i tubi di rame e i tubi di ferro vanno eseguiti mediante ghiera di bronzo od ottone.

#### IMPIEGO:

- Circuito collettori solari

### **27.4.21 Tubazioni in polietilene per condotte acqua in pressione**

#### MATERIALE

Tubazioni in Polietilene ad Alta Densità PE 100 conforme alla norma UNI EN 12201 colore nero con righe azzurre coestruse longitudinali, idonee alla distribuzione dell'acqua potabile e liquidi alimentari secondo quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06/04/2004, contrassegnate con marchio del produttore, diametro, pressione nominale simbolo Istituto Italiano Plastici.

Le tubazioni devono essere formate per estrusione, e possono essere fornite sia in barre che in rotoli e avranno pressione massima di esercizio 16 bar.

#### GIUNZIONI

Le connessioni tra tubo e tubo oppure e tra tubi e raccordi (curve, pezzi speciali, T , croci etc), o flange possono essere realizzate per saldatura testa tesa o per elettrofusione con l'utilizzo di appositi manicotti, come da specifica del costruttore, previa preparazione delle superfici.

#### POSA IN OPERA

La larghezza minima sul fondo dello scavo deve essere di 20 cm superiore al diametro del tubo che deve contenere.

La profondità minima di interrimento deve essere di 1 m misurata dalla generatrice superiore del tubo, e in ogni caso deve essere valutata in funzione dei carichi stradali e del pericolo di gelo. Qualora non possa essere rispettato il valore minimo di profondità richiesta, la tubazione deve essere protetta da guaine tubolari, manufatti in cemento o materiali equivalenti.

Le tubazioni posate nello scavo devono trovare appoggio continuo sul fondo dello stesso lungo tutta la generatrice inferiore e per tutta la loro lunghezza. A questo scopo il fondo dello scavo deve essere livellato con uno strato di sabbia o altro materiale di equivalenti caratteristiche granulometriche avente uno spessore non inferiore a 10 cm.

Ultimata la posa dei tubi nello scavo, si dispone sopra di essi uno strato di sabbia non inferiore a cm 10, misurati sulla generatrice superiore del tubo. Il compattamento dello strato fino a circa 2/3 del tubo deve essere particolarmente curato, eseguito manualmente, cercando di evitare lo spostamento del tubo. La sabbia compattata dovrà presentare un'ottima consistenza ed una buona uniformità, rinfiando il tubo da ogni lato.

Il riempimento successivo dello scavo potrà essere costituito da materiale di risulta dello scavo stesso, disposto per strati successivi, di volta in volta costipati con macchine leggere vibrocompattatrici.

E' necessario porre un nastro blu continuo con la dicitura "Tubazione Acqua" sulla generatrice superiore della condotta ad una distanza da essa di cm 30, per indicarne la presenza in caso di successivi lavori di scavo.

## UTILIZZO

- Reti di distribuzione acqua di falda interrata.

### **27.4.22 Tubazioni multistrato**

Tubazioni metalplastiche multistrato, costituite da strato interno in polietilene reticolato PE-xb impermeabile alla diffusione dell'ossigeno, strato intermedio di alluminio saldato longitudinalmente e strato esterno in polietilene ad alta densità PEHD.

Raccorderia a pressare in ottone, con codolo guida per ganasce della pressatrice, rondella in materia sintetica (PE-LD) contro la corrosione elettrolitica, O-Ring di elastomero (EDPM).

La curvatura potrà essere realizzata a mano anche senza l'aiuto di attrezzi. Il raggio di curvatura non dovrà essere inferiore a: 5,8 cm per le tubazioni da 16 mm, 7 cm per quelle da 20 mm.

Per il taglio delle tubazioni si utilizzerà l'apposita tagliatubi; prima di procedere con la pressatura occorrerà calibrare e sbavare il tubo interno, infine pulirlo da eventuali sbavature o sporcizia.

Tutti i diametri potranno essere pressati mediante la pressatrice elettrica.

Tutte le tubazioni sono da risciacquare dopo il montaggio. L'installazione dovrà essere sottoposta a prova di pressione prima di essere utilizzata definitivamente. La prova di pressione dovrà essere di 1,5 volte a quella di esercizio indicata dal produttore, la caduta di pressione non dovrà essere superiore a 0,1 bar/ora.

Tutti i raccordi a pressare saranno sottoposti a controllo visivo e ad insaponatura per la verifica delle perdite.

I raccordi per la rubinetteria dovranno essere montati in modo tale da essere separati, isolati dalla struttura della costruzione, mediante l'utilizzo di inserto in gomma.

## CARATTERISTICHE TECNICHE:

- Temperature di esercizio: 70 °C

- Temperatura massima ammissibile: 95 °C
- Pressione massima 10 bar
- Coefficiente di dilatazione termica: 0,026 mm/m

#### IMPIEGO:

- Reti di distribuzione acqua fredda
- Reti di distribuzione acqua calda

### **27.4.23 Tubazioni di scarico in pehd**

#### TUBAZIONI, CURVE, RACCORDI E PEZZI SPECIALI IN POLIETILENE AD ALTA DENSITÀ:

I materiali impiegati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- densità secondo prova DIN 53479 = 0,955 g/cm<sup>3</sup>
- indice di pressione secondo prova DIN 53735 = 0,3 g/10 min.
- tensione di snervamento secondo prova DIN 53455 = 240 kg/cm<sup>2</sup>
- tensione di rottura secondo prova DIN 53455 = 350 kg/cm<sup>2</sup>
- durezza alla sfera di acciaio, valore a 30 s secondo la prova DIN 53456 E = 360 kg/cm<sup>2</sup>
- coefficiente di dilatazione lineare tra 20 e 90 °C secondo la prova DIN 52328 = 2 x 10<sup>-4</sup> mm/°C
- spessori:
  - Ø 75 mm s = 3,0 mm
  - Ø 90 mm s = 3,5 mm
  - Ø 110 mm s = 4,3 mm
  - Ø 125 mm s = 4,8 mm
  - Ø 140 mm s = 5,4 mm
  - Ø 160 mm s = 6,2 mm
  - Ø 200 mm s = 6,2 mm

#### GIUNZIONI:

Le giunzioni fisse dei vari pezzi di tubazioni dovranno essere eseguite per saldatura testa a testa, con apposita attrezzatura tenendo presente che:

- la temperatura allo specchio dovrà essere pari a 210°C;
- il taglio dei tubi dovrà essere effettuato ad angolo retto;
- le parti da saldare dovranno essere pulite accuratamente;
- le tubazioni di diametro maggiore di 75 mm dovranno essere tenute in posizione di saldatura mediante apposite staffe di serraggio.

Le varie fasi delle operazioni di saldatura (riscaldamento, congiunzione assiale, raffreddamento) dovranno essere accuratamente eseguite. Il raffreddamento deve avvenire in modo naturale senza l'impiego di mezzi artificiali.

#### COMPENSAZIONE DELLE DILATAZIONI TERMICHE:

Le colonne ed i collettori dovranno avere opportuni manicotti di dilatazione in modo da consentire il libero movimento delle tubazioni.

#### STAFFAGGI:

Le tubazioni dovranno essere sostenute da apposite staffe e collari aventi un passo inferiore a 10 diametri per le tubazioni orizzontali e a 15 diametri per le verticali.

#### IMPIEGO:

Reti di scarico acque bianche e nere.

### **27.4.24 Coibentazione tubazioni acqua calda**

#### MATERIALE

Tutte le tubazioni convoglianti acqua calda, dovranno essere coibentate con isolante tubolare (o lastre, a seconda dei diametri) in caucciù vinilico sintetico a cellule chiuse avente conducibilità termica a 0°C non maggiore di 0,04 W/m°C e reazione al fuoco di classe 1.

L' A.L. dovrà fornire alla D.L., per il materiale isolante prescelto, i certificati di prova attestanti le caratteristiche fisicotecniche dei materiali stessi.

#### SPESSORI

Gli spessori previsti dovranno risultare conformi a quanto prescritto nel DPR 412/93 all. B.

Il locale centrale termica e le sottocentrali, saranno considerati, ai fini della determinazione dello spessore del materiale coibente come "AMBIENTE ESTERNO".

Pertanto gli spessori da utilizzare in funzione del diametro interno sono i seguenti:

Øe tub	<20	21÷39	40÷59	60÷79	80÷99	>100
Spess. mm	20	30	40	50	55	60

#### POSA

L'isolante utilizzato in un solo strato dovrà essere installato curando che tutti i giunti siano strettamente uniti e dovrà essere legato con filo di ferro galvanizzato prima di eseguire il rivestimento esterno di finitura.

#### FINITURE ESTERNE DELLA COIBENTAZIONE

Le tubazioni passanti in vista all'esterno del fabbricato dovranno essere rifinite con lamierino di alluminio bordato e calandrato fissati con viti autofilettanti in acciaio inossidabile a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

Per le tubazioni all'interno di cavedi, controsoffitti e dei pavimenti galleggianti non è prevista alcuna finitura superficiale.

### COLORI DISTINTIVI

Alle tubazioni dovranno essere applicate fascette che ne consentano l'individuazione.

Tali fascette dovranno essere in colori distintivi differenti e dovranno essere posizionate in maniera ordinata in più punti sopra il rivestimento.

### **27.4.25 Coibentazione tubazioni circuito solare**

### MATERIALE

Tutte le tubazioni convoglianti acqua calda del circuito solare, dovranno essere coibentate con coppelle in fibra di vetro, trattata con resine termoindurenti aventi conducibilità termica a 40°C non maggiore di 0,04 W/m°C.

L' A.L. dovrà fornire alla D.L., per il materiale isolante prescelto, i certificati di prova attestanti le caratteristiche fisicotecniche dei materiali stessi.

### SPESSORI

Gli spessori previsti dovranno risultare conformi a quanto prescritto nel DPR 412/93 all. B.

Il locale centrale termica e le sottocentrali, saranno considerati, ai fini della determinazione dello spessore del materiale coibente come "AMBIENTE ESTERNO".

Pertanto gli spessori da utilizzare in funzione del diametro interno sono i seguenti:

Ø <sub>e</sub> tub	<20	21÷39	40÷59	60÷79	80÷99	>100
Spess. mm	20	30	40	50	55	60

### POSA

L'isolante utilizzato in un solo strato dovrà essere installato curando che tutti i giunti siano strettamente uniti e dovrà essere legato con filo di ferro galvanizzato prima di eseguire il rivestimento esterno di finitura.

### FINITURE ESTERNE DELLA COIBENTAZIONE

Le tubazioni passanti in vista all'esterno del fabbricato dovranno essere rifinite con lamierino di alluminio bordato e calandrato fissati con viti autofilettanti in acciaio inossidabile a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

## COLORI DISTINTIVI

Alle tubazioni dovranno essere applicate fascette che ne consentano l'individuazione.

Tali fascette dovranno essere in colori distintivi differenti e dovranno essere posizionate in maniera ordinata in più punti sopra il rivestimento.

### **27.4.26 Coibentazione tubazioni acqua refrigerata e acqua potabile**

## MATERIALE

Tutte le tubazioni convoglianti acqua refrigerata e acqua potabile fredda, nonché tutto il valvolame, dovranno essere coibentate con isolante tubolare in caucciù vinilico sintetico a cellule chiuse avente conducibilità termica a 0°C non maggiore di 0,04 W/m°C e reazione al fuoco di classe 1.

Per i diametri superiori a Ø 159/168 dovranno essere utilizzate lastre isolanti in luogo dei tubolari.

La A.L. dovrà fornire alla D.L., per il materiale isolante prescelto, i certificati di prova attestanti le caratteristiche fisicotecniche dei materiali stessi.

Qualora le tubazioni convogliano acqua calda o refrigerata a seconda della stagione lo spessore da utilizzare corrisponderà a quello maggiore tra il valore previsto per le tubazioni fredde e quello definito dalla legge 10/91.

## SPESSORI

Sono previsti i seguenti spessori:

- tubazioni acqua refrigerata:  
gli spessori previsti sono i seguenti:
  - fino a Ø 1 ¼" s = 19 mm
  - oltre Ø 1 ¼" s = 32 mm
  
- tubazioni acqua fredda potabile:  
gli spessori previsti sono i seguenti:
  - fino a Ø 2" s = 9 mm
  - oltre Ø 2" s = 13 mm

## POSA

L'isolante tubolare dovrà essere posto in opera, ove è possibile, infilandolo sulle tubazioni dall'estremità libera e facendolo quindi scorrere sul tubo stesso. La giunzione tra i vari tubolari dovrà essere effettuata con l'uso dell'apposito adesivo fornito dalla Casa Costruttrice dell'isolante.



Nei casi in cui la posa in opera sopradescritta non sia possibile e comunque nel caso dell'isolante in lastre, si dovranno tagliare i tratti tubolari di isolante longitudinalmente, applicarli sulle tubazioni e saldare i due bordi con l'adesivo.

A giunzioni effettuate (sia trasversali che longitudinali) sulle stesse dovrà essere applicato l'apposito nastro adesivo.

Dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione termica sugli appoggi, negli attraversamenti di solai e di pareti, al fine di evitare la condensazione del vapore acqueo atmosferico sulle tubazioni stesse.

Il valvolame sulle tubazioni acqua refrigerata dovrà essere coibentato con scatole realizzate in lamierino di alluminio, smontabili, rivestite internamente con isolante in caucciù vinilico sintetico, spessore 32 mm.

L'isolamento in corrispondenza delle flange dovrà consentire la rimozione dei bulloni senza danneggiare il rivestimento e l'isolamento delle valvole dove previsto dovrà essere eseguito fino al premistoppa.

I marchi e le targhette di identificazione dovranno restare visibili anche dopo l'applicazione dell'isolamento.

Le aperture che a questo proposito saranno lasciate nell'isolamento dovranno essere accuratamente sigillate e rifinite con il rivestimento.

#### FINITURE ESTERNE DELLA COIBENTAZIONE

Le tubazioni passanti in vista all'esterno del fabbricato dovranno essere rifinite con lamierino di alluminio bordato e calandrato fissati con viti autofilettanti in acciaio inossidabile a tenuta d'acqua con giunti siliconati e sigillati.

Per le tubazioni all'interno di cavedi, controsoffitti e dei pavimenti galleggianti non è prevista alcuna finitura superficiale.

#### COLORI DISTINTIVI

Alle tubazioni dovranno essere applicate fascette che ne consentano la individuazione.

Tali fascette dovranno essere in colori distintivi differenti e dovranno essere posizionate in maniera ordinata in più punti sopra il rivestimento.

#### **27.4.27      *Condotte aria***

#### CLASSE DI TENUTA

La classe di tenuta minima delle condotte d'aria deve rispondere alle richieste di capitolato e comunque, come minimo, ai requisiti previsti dalla norma UNI EN 13779:2005. In particolare:

- Classe A: le fughe d'aria delle UTA e nei locali tecnici con ventilatori devono essere almeno di classe A. La classe A è applicata anche alle canalizzazioni a vista negli ambienti in cui gli stessi canali garantiscono la ventilazione, e dove la differenza di pressione relativa all'aria interna (Indoor Air) è inferiore ai 150 Pa.
- Classe B: viene applicata a canali presenti in locali sprovvisti di ventilazione, a canali separati dall'ambiente con pannelli (es. canali in controsoffitto), o a canali posti in ambienti in cui viene fornita una ventilazione con una prevalenza superiore a 150 Pa.
- Classe C: è applicata caso per caso. Per esempio, se la differenza di pressione all'interno dei canali è eccezionalmente alta, o se qualsiasi perdita può risultare pericolosa per la qualità dell'aria interna, o per il controllo delle condizioni di pressione, o le funzionalità del sistema.
- Classe D: è applicata in situazioni particolari.

Le condotte a sezione rettangolare dovranno essere realizzate secondo le indicazioni progettuali in:

- lamiera zincata;
- pannelli sandwich costituiti da un componente isolante in poliuretano espanso rigido rivestito su entrambi i lati con lamine di alluminio.

#### CARATTERISTICHE CONDOTTE RETTANGOLARI IN PANNELLI SANDWICH

I canali di termoventilazione e condizionamento in alluminio preisolati saranno realizzati con pannelli sandwich eco-compatibili con le seguenti caratteristiche:

- spessore pannello: 20,5 mm per canali interni e 30,5 mm per canali esterni;
- alluminio esterno: spessore 0,08 mm per canali interni e 0,2 mm per canali esterni, goffrato protetto con lacca poliesteri;
- alluminio interno: spessore 0,08 mm liscio protetto con lacca poliesteri;
- conduttività termica iniziale: 0,022 W/(m °C) a 10 °C;
- componente isolante: poliuretano espanso mediante il solo impiego di acqua senza uso di gas serra (CFC, HCFC, HFC) e idrocarburi (HC);
- densità isolante: 50-54 kg/m<sup>3</sup>;
- espandente dell'isolante: ODP (ozone depletion potential) = 0 e GWP (global warming potential) = 0;
- eco-sostenibilità: studio LCA (Life Cycle Assessment);
- % celle chiuse: > 95% secondo ISO 4590;
- classe di rigidità: R 200.000 secondo UNI EN 13403;
- reazione al fuoco: classe 0-1 secondo D.M. 26/06/84;
- tossicità ed opacità dei fumi di combustione: classe F1 secondo NF F 16-101;
- tossicità dei fumi di combustione: FED e FEC < 0,3 secondo prEN 50399-2-1/1.

I canali dovranno rispondere alle caratteristiche di comportamento al fuoco previste dal D.M. 31-03-03 e dalla norma ISO 9705 (Room corner test). I canali saranno costruiti in base agli standard P3ductal e in conformità alla norma UNI EN 13403.

Ove necessario, i canali saranno dotati di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la resistenza meccanica. Il calcolo dei suddetti rinforzi dovrà essere effettuato utilizzando le tabelle del produttore. La deformazione massima dei lati del condotto non dovrà superare il 3% o comunque 30 mm come previsto dalla UNI EN 13403.

Le giunzioni tra i singoli tronchi di canale saranno realizzate per mezzo di apposite flange del tipo "invisibile" con baionetta a scomparsa e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 13403. La lunghezza massima di ogni singolo tronco di canale sarà di 4 metri.

Tutte le curve ad angolo retto dovranno essere provviste di apposite alette direttrici; le curve di grandi dimensioni a raccordo circolare saranno dotate di deflettori come previsto dalla UNI EN 1505.

I canali saranno sostenuti da appositi supporti con intervalli di non più di 4 metri se il lato maggiore del condotto è inferiore ad 1 metro, e ad intervalli di non più di 2 metri se il lato maggiore del condotto è superiore ad 1 metro. Gli accessori quali: serrande di taratura, serrande tagliafuoco, diffusori, batterie a canale, ecc., saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sui canali.

#### CARATTERISTICHE CONDOTTE RETTANGOLARI IN LAMIERA ZINCATA

I canali in lamiera zincata devono essere realizzati con i seguenti spessori minimi:

- 0,6 mm per i canali aventi il lato maggiore fino a 300 mm;
- 0,8 mm per i canali aventi il lato maggiore compreso tra 301 e 750 mm;
- 1,0 mm per i canali aventi il lato maggiore compreso tra 751 e 1.200 mm;
- 1,2 mm per i canali aventi il lato maggiore compreso tra 1.251 e 2.000 mm;
- 1,5 mm per i canali aventi il lato maggiore superiore a 2.000 mm.

La giunzione longitudinale delle lamiere per formare i vari tronchi di canale dovrà essere di tipo aggraffato.

Per aumentare la resistenza meccanica dei piani della condotte, dovranno essere previsti dei rinforzi ottenuti mediante nervatura delle lamiere, sia di tipo trasversale a "Z" oppure diagonale a "croce di S. Andrea".

Non sono ammessi normalmente dei rinforzi interni.

Le giunzioni tra i vari tronchi rettilinei di canale, o tra canali ed i pezzi speciali dovrà essere del tipo a flangia, con flangia in profilato zincato riportato.

#### CARATTERISTICHE CONDOTTE CIRCOLARI

Le condotte a sezione circolare dovranno essere realizzate in lamiera zincata, con i seguenti spessori:

- 0,4 mm per i canali aventi diametro fino a 80 mm;
- 0,6 mm per i canali aventi diametro compreso tra 100 e 250 mm;
- 0,8 mm per i canali aventi diametro compreso tra 315 e 500 mm;
- 1,0 mm per i canali aventi diametro compreso tra 560 e 900 mm;
- 1,2 mm per i canali aventi diametro superiore a 1.000 mm;

La tipologia costruttiva prevista è di tipo spiroidale, cioè con profilatura continua del nastro il lamiera e aggraffatura spiroidale.

Le giunzioni tra i vari tronchi rettilinei di canale, o tra canali e le curve ed i pezzi speciali, dovrà essere del tipo ad innesto (con manicotti di giunzione) per diametri fino a 800 mm, del tipo a flangia per diametri superiori.

### POSA

Tutte le giunzioni dovranno essere provviste di una guarnizione di tenuta inserita tra le flange.

Tutti i canali dovranno essere staffati al soffitto o alle pareti con i profilati metallici, opportunamente irrigiditi in modo da evitare alcuna flessione o vibrazione delle lamiere.

Per i canali installati in vista dovrà essere posta particolare cura nella realizzazione degli staffaggi e delle giunzioni in modo da assicurare un effetto estetico apprezzabile.

I pezzi speciali (curve, raccordi, disgiunzioni, restringimenti, ecc.) relativi ai canali di distribuzione dell'aria dovranno essere realizzati secondo i migliori accorgimenti costruttivi in grado di garantire un corretto flusso dell'aria con ridotte perdite di carico.

Non saranno in alcun caso accettati stacchi a 90° né curve ad angolo retto e derivazioni brusche.

Qualora problemi di spazio impediscano di realizzare i pezzi speciali così come indicato a progetto, si dovrà fare uso di alette deflettrici a profilo alare e/o serrandine multiple captatrici.

### PUNTI DI CONTROLLO DEI CANALI

I canali dovranno essere dotati degli appositi punti di controllo per le sonde anemometriche e di portelli per l'ispezione e la pulizia distribuiti lungo il percorso come previsto dalla EN 12097 e dalle "Linee guida pubblicate in G.U. del 3/11/2006 relative alla manutenzione degli impianti aeraulici". I portelli potranno essere realizzati utilizzando lo stesso materiale che forma il canale, in combinazione con appositi profili. I portelli dovranno essere dotati di guarnizione che assicuri la tenuta pneumatica richiesta.

### COLLEGAMENTI ALLE UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA

I collegamenti tra le unità di trattamento aria ed i canali dovranno essere realizzati mediante appositi giunti antivibranti, allo scopo di isolarli dalle vibrazioni. I canali saranno supportati autonomamente per evitare che il peso del canale stesso venga trasferito sugli attacchi flessibili. Inoltre il collegamento con l'unità di trattamento aria renderà possibile la disgiunzione per la manutenzione dell'impianto. Qualora i giunti antivibranti siano posti all'esterno, questi saranno impenetrabili all'acqua.

## **27.4.28      *Coibentazione termica ed acustica per condotte aria***

Le condotte d'aria in lamiera zincata dovranno essere coibentate termicamente ed antistillicidio mediante lastre in materiale espanso a cellule chiuse incollate all'esterno delle condotte.

La giunzione longitudinale e trasversale tra le varie lastre dovrà essere effettuata con l'uso dell'apposito nastro adesivo fornito dalla Casa Costruttrice dell'isolante.

Dovrà essere curata con rigore l'assoluta continuità della coibentazione in corrispondenza di flange di giunzione, appoggi, attraversamenti di solai e di pareti, al fine di evitare fenomeni di condensazione superficiale.

In particolare si prevede la coibentazione dei seguenti tratti :

- condotte di mandata
- condotte di ripresa nei tratti passanti al piano interrato

Tutte le condotte in vista (siano esse in lamiera che in pannello sandwich) dovranno essere rifinite con lamierino d'alluminio, fissato con viti autofilettanti in acciaio inossidabile; inoltre per i canali esposti alle intemperie la finitura dovrà essere a tenuta d'acqua, con giunti siliconati e sigillati

Il materiale utilizzato dovrà avere le seguenti caratteristiche minime, certificate:

- Reazione al fuoco di classe 1.
- $K = \leq 0,04 \text{ W/m } ^\circ\text{K}$  a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$
- $S = 19 \text{ mm}$ .

In corrispondenza del tratto terminale le condotte di espulsione dovranno essere coibentate acusticamente all'interno mediante idoneo materassino fonoassorbente ignifugo omologato in classe 1 incollato e trapuntato.

#### **27.4.29 Staffaggi, punti fissi e verniciature**

##### **STAFFAGGI:**

Gli staffaggi per le tubazioni dovranno essere generalmente realizzati in normale profilo di acciaio nero verniciato, oppure potranno essere costituiti da collari pensili o murali.

Le distanze tra due staffaggi consecutivi non dovranno superare i seguenti valori:

- per diametri fino a DN 25  $d = 2,5 \text{ m}$
- per diametri fino a DN 50  $d = 3 \text{ m}$
- per diametri oltre a DN 50  $d = 4 \text{ m}$

Gli staffaggi dovranno essere realizzati in modo da consentire la libera dilatazione delle tubazioni e la continuità della coibentazione termica.

Qualora specificatamente evidenziato sui disegni di progetto, o sulle descrizioni delle opere, i sistemi di staffaggio dovranno essere costituiti da elementi di tipo prefabbricato, zincati ed imbullonati tra loro.

Un prototipo di ciascun tipo di staffaggio dovrà essere approvato dalla Direzione Lavori.

#### PUNTI FISSI:

I punti fissi per le tubazioni (ove previsti) dovranno essere realizzati in normale profilo di acciaio nero verniciato e dovranno essere solidamente ancorati alle strutture del fabbricato in modo da resistere alle sollecitazioni provocate dalla dilatazione o dalla contrazione delle tubazioni.

A tale proposito dovranno essere effettuati opportuni calcoli per dimensionare gli ancoraggi alle strutture.

Qualora le strutture esistenti non siano in grado di sopportare le spinte provocate dalle tubazioni, dovranno essere attuati tutti gli accorgimenti necessari per evitarne il danneggiamento delle strutture stesse.

#### VERNICIATURE:

Tutte le tubazioni, gli staffaggi non zincati, e le carpenterie dovranno essere verniciati con due riprese di antiruggine di colore diverso, con tempo di sovraverniciatura minimo di 24 ore, previa spazzolatura delle superfici.

Gli staffaggi e le tubazioni non coibentate dovranno essere rifinite con due riprese di smalto sintetico per esterni nei colori distintivi dei fluidi convogliati.

### **27.4.30      *Dispositivi di controllo***

#### MANOMETRI:

- posizionamento su ogni collettore, a monte e a valle di ogni apparecchiatura e su circuito di utenza;
- caratteristiche conformi alla specificata tecnica ISPESL D.M. 1/12/1975 (cap. R2C);
- tipo a molla di Bourdon;
- indicatore della massima pressione regolabile solo a mezzo di utensile;
- quadrante diametro Ø 100 mm;
- scala graduata in kg/cm<sup>2</sup>;
- fondo scala 600 kPa;
- completi di ricciolo e rubinetti a tre vie in rame.

#### TERMOMETRI:

- posizionamento su ogni collettore, a monte e a valle di ogni trattamento di fluidi e su ciascun circuito di utenza;
- caratteristiche conformi alla specificata tecnica ISPESL D.M. 1/12/1975 (cap. R2C);
- elemento sensibile a carica di mercurio ad immersione;
- cassa in ottone cromato Ø 100 mm;
- attacco radiale o posteriore;
- scala graduata in gradi centigradi;
- fondo scala 120°C.

### **27.4.31 Targhette indicatrici**

E' prevista l'installazione di targhette indicatrici che dovranno consentire la corretta individuazione dei circuiti e dei componenti.

Inoltre dovranno essere accuratamente indicate le posizioni che dovranno assumere le valvole, gli interruttori, i selettori, ecc., nella stagione estiva ed in quella invernale.

Tali targhette dovranno consentire una chiara interpretazione del funzionamento e guidare le manovre di gestione anche di personale non esperto.

Le targhette dovranno essere in lastra di alluminio con lettere incise.

Le targhette riportanti le indicazioni dei vari circuiti, dovranno essere avvitate o saldate alle tubazioni.

Le varie indicazioni dovranno essere concordate dalla A.L. con la Direzione Lavori.

## **28. OPERE EDILI**

### **28.1 Prescrizioni generali per l'esecuzione, consolidamento e collaudo degli edifici**

#### **28.1.1 Edifici in conglomerato cementizio semplice o armato o precompresso**

Per le prescrizioni generali, l'esecuzione ed il consolidamento di edifici in conglomerato cementizio semplice o armato, si seguiranno le norme del D.P.R. n. 380/01 e successive modifiche ed integrazioni

Per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche occorre riferirsi alle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e la relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008" ed alle norme tecniche richiamate.

Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base ai calcoli di stabilità accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo professionale, e che l'impresa dovrà presentare presso gli uffici competenti (denuncia delle opere ex lege 1086/71 recepita dal D.P.R. n° 380 del 6 giugno 2001) e consegnare alla Direzione dei Lavori entro il termine che le verrà prescritto.

L'impresa dovrà, attenendosi agli schemi e disegni facenti parte del progetto ed allegati al contratto o alle norme che le verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori. L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Impresa dalle responsabilità ad

essa derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, l'Impresa stessa rimane unica e completa responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza essa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenze essi potessero risultare.

### ***28.1.2 Edifici realizzati in acciaio***

Le norme riguardanti le costruzioni di acciaio relative ad opere di ingegneria civile, eccettuate quelle per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare, sono contenute nelle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e nella relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”.

### ***28.1.3 Edifici prefabbricati***

Conformemente a quanto indicato nel D.M. 3 dicembre 1987 - Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate, ogni fornitura deve essere corredata, oltre che dai disegni del manufatto e dall'indicazione delle sue caratteristiche d'impiego, anche da apposito certificato di origine firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione. In presenza delle condizioni sopra elencate, i manufatti potranno essere accettati senza ulteriori esami e controlli.

Ove trattasi di manufatti prodotti in serie controllata, il certificato di origine di cui sopra deve altresì attestare che gli elementi strutturali sono stati prodotti in serie controllata riportando gli estremi dell'autorizzazione del Servizio tecnico centrale, e recare, in allegato, copia del relativo estratto del registro di produzione e gli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

In tal caso, sempre in base alla sopra citata disposizione, le forniture possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali né prove di carico dei componenti isolati.

Per i manufatti di produzione occasionale, o comunque, non assoggettati a deposito presso il Servizio tecnico centrale, si applicano le ordinarie disposizioni normative. Inoltre il Direttore dei Lavori deve opportunamente provvedere agli accertamenti da eseguirsi durante la fase esecutiva presso il cantiere di prefabbricazione.

In proposito, si segnala la necessità che sui certificati di prova dei materiali sia indicato chiaramente il prodotto (tipo e destinazione) cui si riferisce il prelievo.

### ***28.1.4 Edifici realizzati in zona sismica***

Per gli edifici realizzati in zona sismica si applicheranno le prescrizioni di cui al D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e alla relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”



### **28.1.5 Collaudo degli edifici**

In riferimento al D.P.R. n. 380 del 6 giugno 2001 ed alle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e alla relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”, le operazioni di collaudo consistono nel controllare la perfetta esecuzione del lavoro e la sua corrispondenza con i dati del progetto, nell'eseguire prove di carico e nel compiere ogni altra indagine che il Collaudatore ritenga necessaria.

Le prove di carico hanno luogo di regola non prima di 50 giorni dall'ultimazione del getto per i conglomerati di cemento idraulico normale (Portland), d'alto forno e pozzolanico, non prima di 30 giorni per i conglomerati di cemento alluminoso, e si effettuano a stagionatura più o meno avanzata secondo la portata delle diverse parti e la importanza dei carichi.

Nelle prove la costruzione deve essere possibilmente caricata nei modi previsti nella progettazione ed in accordo con le indicazioni contenute nelle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e nella relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”.

La lettura degli apparecchi di misura (flessimetri od estensimetri) sotto carico deve essere ripetuta fino a che non si verificano ulteriori aumenti nelle indicazioni.

La lettura delle deformazioni permanenti, dopo la rimozione del carico deve essere ugualmente ripetuta fino a che non si verificano ulteriori ritorni.

Qualora si riscontrino deformazioni permanenti notevoli, la prova di carico deve essere ripetuta per constatare il comportamento elastico della struttura.

Il confronto tra le deformazioni elastiche (consistenti nelle differenze tra le deformazioni massime e le permanenti) e le corrispondenti deformazioni calcolate, fornisce al Collaudatore un criterio di giudizio sulla stabilità dell'opera.

## **28.2 Strutture portanti**

### **28.2.1 Strutture di fondazione**

Fondazioni continue in calcestruzzo- Se il terreno compatto ed idoneo alla fondazione si trova a profondità non superiore a m 1, generalmente si procede con una gettata di calcestruzzo denominato “magrone di pulizia”.

Le gettate di calcestruzzo se fatte si devono eseguire stendendo a strati orizzontali e procedere per spessori di circa 10-12 cm, costipando e vibrando meccanicamente con vibratori e/o mediante battitura dei casseri, assicurandosi che non risultino più degli interstizi vuoti e tutte gli aggregati vadano ad assestarsi. Non vengono accettati i getti contro terra. Le armature devono essere distanziate tramite spessori di calcestruzzo o materiale plastico, comunque anche se è presente il magrone. I getti della fondazione, se da eseguirsi mediante riprese, occorre che le superfici siano pulite e cosparse con aggrappante (tipo lattice).

Fondazioni a plinto-Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza delle strutture portanti.

Ciascun plinto deve avere una superficie tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico gravante.

Fondazioni a platea-Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente o nelle costruzioni antisismiche, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra anche continua. In genere la platea occupa tutta la superficie fabbricata e funziona come una piastra in cemento armato: oltre a distribuire il carico sopra una grande superficie di terreno in modo da gravarlo unitariamente in misura limitata, si ottiene che la intera struttura sia solidale nelle pareti e nell'insieme con il fondo.

Fondazione a pozzo-Quando per la profondità non sia più conveniente la fondazione continua si procede mediante pozzi spinti fino al terreno buono collegati tra di loro con archi in muratura o con travi in cemento armato. I pozzi vengono disposti in corrispondenza dei muri perimetrali e d'asse ed anche dei muri trasversali e più precisamente in corrispondenza dei fulcri portanti - pilastri, incroci, cantonali o angoli - dando ad essi una sezione circolare, sotto i fulcri pilastri, od ovoidale, sotto i fulcri incroci od angolari.

I pozzi si riempiono di calcestruzzo, generalmente cementizio, steso a strati di 10 in 10 cm., spianati, energicamente pressati fino al livello del piano d'imposta.

### ***28.2.2 Opere speciali di fondazioni (pali, diaframmi e ancoraggi)***

Si premette che per criteri di progetto, le indagini geotecniche e la determinazione dei carichi limite del singolo palo o della palificata devono essere conformi alle vigenti Nuove Norme Tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 "Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008".

Prima di iniziare il lavoro di infissione (o di trivellazione) l'Impresa esecutrice deve presentare un programma cronologico di infissione (o di trivellazione) dei pali, elaborato in modo tale da eliminare o quanto meno minimizzare gli effetti negativi dell'infissione (o trivellazione) sulle opere vicine e sui pali già realizzati, nel pieno rispetto delle indicazioni progettuali. Tale programma dovrà essere sottoposto all'approvazione della Direzione dei Lavori.

I pali di qualsiasi tipo devono essere realizzati secondo la posizione e le dimensioni fissate nei disegni di progetto con la tolleranza - sulle coordinate planimetriche del centro del palo - del 10% del diametro del palo e comunque non oltre i 10 cm per pali di medio e grande diametro e non oltre i 5 cm per pali di piccolo diametro.

Il calcestruzzo dei pali deve essere del tipo detto "a resistenza garantita"; qualora non diversamente prescritto si deve di norma usare cemento Portland; il rapporto in peso acqua/cemento non dovrà superare il valore di 0,40 - 0,45, tenendo conto anche del contenuto d'acqua degli inerti all'atto del confezionamento del calcestruzzo.

Posta D la dimensione massima dell'aggregato, il dosaggio del cemento (kg/mc), salvo diversa prescrizione progettuale, deve essere non inferiore a:

300 kg/mc per D=70 mm

330 kg/mc per D=50 mm

370 kg/mc per D=30 mm

450 kg/mc per D=20 mm.

Le resistenze caratteristiche per i calcestruzzi armati e precompressi non devono essere inferiori a quelle previste nelle Nuove Norme tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e la relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”, ed essere corrispondenti a quelle indicate dal progettista. Qualora fosse prescritto l'utilizzo di malta o di boiaccia, questa dovrà essere costituita da cemento R 325 ed acqua nel rapporto A/C = 0.5 (200 kg di cemento secco ogni 100 lt di acqua).

Il calcestruzzo per la formazione dei pali va messo in opera con modalità dipendenti dalle attrezzature impiegate e in maniera tale che risulti privo di altre materie, specie terrose.

Pali iniettati a gravità-L'iniezione deve essere eseguita a mezzo di idonea pompa con malta cementizia costituita da una miscela ternaria di acqua-sabbia-cemento R325 dosato a 600 kg per m<sup>3</sup> oppure con miscela acqua-cemento (rapporto acqua/cemento max 0.5) ed eventuale additivo.

Si fa assoluto divieto di eseguire il getto del palo mediante immissione di malta dalla testa del foro e non dal tubo d’armatura o da apposito tubo di iniezione la cui estremità giunga alla base del palo.

L'armatura viene posta in opera previa accurata pulizia del fondo del foro. Qualora il foro sia rivestito, si inizia ad estrarre il rivestimento quando la malta iniettata è uscita pulita dalla testa del palo. Nel corso dell'estrazione, il livello della malta all'interno del rivestimento deve essere mantenuto costante con continui rabbocchi e la manovra di estrazione deve avvenire con continuità e lentamente. In assenza di rivestimento l'iniezione viene sospesa dopo la fuoriuscita della malta dalla testa del palo, ponendo cura affinché la prima emissione mista ad acqua di perforazione, fango o detriti, sia esaurita ed il materiale in uscita sia esente da impurità. Qualora non si verifichi la fuoriuscita della malta dalla testa del foro si provvederà all'estrazione dell'armatura ed alla riperforazione del palo.

Le tolleranze rispetto ai valori teorici sono i seguenti:

- sulle coordinate planimetriche del centro del palo, in corrispondenza della sua estremità superiore: ± 3 cm;
- sulla verticalità: 3%;
- sulla lunghezza: ± 15 cm;

- sul diametro nominale: - 5%; + 15%.

La trasmissione del carico dalle fondazioni al palo avviene per aderenza o per mezzo di staffe saldate al tubo di armatura.

Pali iniettati a pressione

L'iniezione viene eseguita con boiaccia dosata a 50 kg di cemento Portland R325 ogni 25 l di acqua.

All'interno del foro viene introdotto un tubo di elevate caratteristiche meccaniche munito, nella parte terminale, per una lunghezza da definire in relazione alla lunghezza complessiva, di "finestre" per il passaggio della miscela cementizia. Quest'ultima viene iniettata in pressione dalla testa del tubo di armatura, in modo da occupare le intercapedini tubo-terreno e tubo esterno-tubo interno, fino a risalire a livello del piano campagna.

La trasmissione del carico dalle fondazioni al palo avviene per aderenza o per mezzo di staffe saldate al tubo d'armatura.

Pali trivellati con elica continua-I pali eseguiti con la tecnica dell'elica continua sintetizzano i pregi dei pali infissi senza asportazione di terreno e la versatilità di applicazione dei pali trivellati.

La gamma dei diametri e delle lunghezze ottenibili con tale metodologia è molto estesa:

- il diametro del palo varia tra 40 e 140 cm;
- le lunghezze raggiungibili con le attuali attrezzature sono dell'ordine dei 35 ÷ 40 metri (con caricatore) in funzione del diametro e consistenza del terreno.

La metodologia di perforazione si presta all'attraversamento di una vasta gamma di terreni coesivi ed incoerenti, sia in assenza che in presenza di falda; ciottoli di dimensioni compatibili con il diametro dell'elica vengono scostati senza eccessiva difficoltà grazie alla potenza delle rotary utilizzate. Anche l'attraversamento di banchi di rocce tenere (tufi, argille marnose, calcareniti) di ridotta potenza non costituisce un grave ostacolo all'avanzamento.

La metodologia offre inoltre il vantaggio di non produrre scosse e vibrazioni, consentendo di operare in centri urbani grazie anche al minimo disturbo arrecato dalla lavorazione, in quanto l'unico rumore causato è quello del motore diesel delle attrezzature.

L'esecuzione del palo senza decompressione del terreno consente di operare in prossimità di strutture esistenti; l'assenza di fango bentonitico di perforazione, oltre a ridurre gli ingombri dell'impianto di cantiere, riduce anche i problemi connessi allo smaltimento del terreno di risulta, in quanto non inquinato dalla bentonite; il ridotto volume di terreno portato in superficie dall'elica riduce infine la quantità di materiale da portare a discarica.

## Attrezzature

### *Perforatrice*

Profondità, diametro della perforazione, litologia e spazio a disposizione determinano la scelta della macchina più indicata.

Le perforatrici attualmente adottate da TREVI sono:

- idrauliche automontanti (tipo CM48, CM-120, R-618, R-622, R-825, R-930);
- torri tipo EC30 ed EC80 applicate ad escavatori tipo LINK-BELT LS-108 o LS-318 equipaggiate con rotary idrauliche alimentate da centraline idrauliche indipendenti applicate alla gru.

Tutte le rotary utilizzate per il palo TRELICON sono del tipo "passante"; presentano pertanto un passaggio interno per il canotto girevole, collegato superiormente alla manichetta di mandata del calcestruzzo ed inferiormente all'anima cava dell'elica di perforazione.

### *Eliche*

Gli elementi costitutivi della batteria di perforazione, aventi diametro pari a quello del palo da realizzare, sono di lunghezza 1,5 ÷ 3 ÷ 6 metri; è inoltre possibile utilizzare elementi di prolunga, costituiti dalla sola asta cava centrale senza spirale, disponibili in lunghezza di 1 o 1,5 metri.

L'elemento iniziale con la punta della trivella è disponibile in lunghezze di 0,5 e di 1,5 metri.

Vengono correntemente utilizzati due tipi di punte:

punta con denti tipo ESCO per lo scavo di terreni sciolti (sabbie e ghiaie) o coesivi (argille, limi argillosi, sabbie limose);

punta con denti tipo KENNAMETAL adatta all'attraversamento di livelli cementati o duri.

- Le eliche disponibili hanno i diametri:
- 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400 mm.
- Il passaggio interno dell'anima cava è pari rispettivamente a:
- 4" (100 mm) per eliche di diametro: 400 ÷ 700 mm.
- 5" (125 mm) per eliche di diametro: 800 ÷ 1200 mm.

### *Pulitore*

Tutte le attrezzature di perforazione sono equipaggiate, per motivi di sicurezza, con un pulitore-guida applicato alla torre della perforatrice all'interno del quale viene guidata l'elica.

In fase di estrazione il pulitore procede alla rimozione del terreno contenuto tra le spirali dell'elica, facendolo cadere a terra esternamente al pulitore stesso.

#### Gru di servizio

Una gru di servizio di appropriata capacità di sollevamento è utilizzata per inserire la gabbia d'armatura; in alternativa potrà essere impiegato l'argano di servizio della perforatrice.

#### *Pompa calcestruzzo*

Il getto si esegue con pompe cingolate tipo MECBO da 60 ÷ 80 mc/ora di portata; la scelta del tipo di pompa è fatta in base al diametro e alla lunghezza di palo da realizzare e quindi del tempo globale di getto.

In alternativa si potranno utilizzare anche pompe tipo PUTZMEISTER non cingolate da 40 ÷ 50 mc/ora; in questi casi il cantiere si dovrà attrezzare e programmare in modo da poter spostare agevolmente e rapidamente la pompa in funzione delle esigenze di cantiere e di esecuzione dei pali.

#### *Manichette*

Le manichette utilizzate sono in gomma telata di diametro 4 o 5 pollici, idonee a reggere pressioni fino a 80 bar; generalmente i diametri delle manichette sono pari al diametro del passaggio interno dell'elica.

#### *Vibratore*

Per facilitare la posa in opera della armatura si utilizza generalmente un vibratore tipo VTH-1 sostenuto dalla fune di servizio della medesima perforatrice o da una gru accessoria; la scelta è funzione dei tempi esecutivi dei pali.

#### *Pala*

Per l'allontanamento del terreno di scavo si possono utilizzare pale, gommate o cingolate, oppure escavatori a braccio rovescio; nel caso in cui l'armatura debba rimanere, per motivi progettuali, al disopra del piano lavoro, un escavatore a braccio rovescio rende più rapida ed efficace l'operazione di pulizia nell'intorno del palo.

### *Strumentazione di acquisizione dati*

L'attrezzatura di perforazione viene generalmente dotata di una strumentazione elettronica in grado di rilevare e comunicare visivamente all'operatore, in tempo reale, i seguenti parametri :

In fase di perforazione:

profondità;

- velocità di avanzamento;
- RPM;
- coppia;
- rapporto di avvitanamento.

In fase di getto:

- profondità;
- velocità di risalita;
- pressione e volume del calcestruzzo;
- portata del calcestruzzo.

Su richiesta della Committente è possibile abbinare strumentazione elettronica uno specifico software in grado di elaborare i sopra citati parametri; l'elaborazione dei dati acquisiti consente inoltre di rappresentare graficamente la geometria approssimativa del palo ottenuto.

### Materiali

#### *Calcestruzzo*

Il calcestruzzo deve avere la resistenza caratteristica a 28 giorni di maturazione ( $R_{ck}$ ) prescritta dal progetto; salvo diverse specificazioni il valore di  $R_{ck}$  è 25 MPa.

La tecnica di posa in opera dell'armatura (a getto ultimato) richiede peraltro l'uso di un calcestruzzo che non sia semplicemente "pompabile" ma sufficientemente fluido e scorrevole in modo da consentire un'agevole inserimento dell'armatura. Per l'inserimento di gabbie fino alla profondità di 16 m si consiglia l'impiego di calcestruzzo di classe S5 (slump  $22 \div 25$ ). Per profondità maggiori si raccomanda l'impiego di calcestruzzi autocompattanti (SCC).

I componenti di un mix design classico per calcestruzzo da TRELICON sono i seguenti:

- cemento;
- pietrisco (5/18 mm);
- sabbia grossolana (0/7 mm);
- sabbia (0/4 mm);
- eventuale fly ash;
- eventuale silica fume;
- acqua;
- additivo/i.

Prima dell'inizio dei lavori, in collaborazione con il fornitore del calcestruzzo, si consiglia di eseguire delle prove utilizzando i materiali disponibili all'impianto di confezionamento al fine di definire:

- il mix-design ottimale per il rispetto delle resistenze prescritte e per garantire la corretta infissione della gabbia di armatura;
- il tipo e la quantità degli eventuali additivi da utilizzare.

#### *Gabbie di armatura*

Le modalità di esecuzione del palo TRELICON impongono la posa in opera dell'armatura successivamente alla fase di getto.

La gabbia di armatura viene inserita, a getto ultimato, utilizzando un vibratore nel caso di gabbie "leggere" o sfruttando il peso proprio nel caso di gabbie pesanti.

Nel caso in cui il progetto richieda pali armati con lunghezze superiori a quanto realizzabile con le sole gabbie, l'armatura può essere completata con l'infissione di tubi metallici, inseriti al centro della gabbia, in pezzo unico o connessi con manicotti o filettature maschio/femmina.

#### Esecuzione

##### Fase Preliminare

##### *Piano di lavoro*



Prima di cominciare i lavori, deve essere realizzato un piano di lavoro in grado di sostenere tutte le attrezzature coinvolte nella costruzione dei pali Trelicon.

### *Tolleranze*

La costruzione è eseguita in accordo alle tolleranze riportate nelle Specifiche Tecniche e nel progetto.

### *Assemblaggio delle gabbie di armatura*

Nel caso in cui l'armatura sia costituita da una gabbia d'acciaio, quest'ultima sarà costruita secondo progetto ed assemblata orizzontalmente sul terreno o su appositi cavalletti; se risulta necessario l'assemblaggio in sezioni, queste devono essere adeguatamente fissate per mezzo di saldature o utilizzando dei morsetti metallici.

In alcuni casi, per assicurare un corretto copriferro e per centrare l'armatura nel foro saranno applicati alla gabbia appropriati distanziatori.

Una volta completato l'assemblaggio la gabbia viene etichettata.

### *Materiale di risulta*

Il materiale di risulta è scaricato sul terreno dal pulitore montato sulla perforatrice; mediante la pala meccanica il materiale è caricato su autocarri per il trasporto nelle aree di discarica autorizzata.

### Sequenze Esecutive

La realizzazione dei pali trelicon avviene secondo le seguenti fasi esecutive:

- Piazzamento;
- Perforazione;
- Getto di calcestruzzo ed estrazione dell'elica;
- Inserimento della gabbia di armatura.

### *Piazzamento*

L'attrezzatura viene movimentata centrando la punta dell'elica nella posizione teorica del palo indicata sul piano di lavoro tramite un picchetto.

La verticalità è controllata con livelli a bolla oppure con fili a piombo localizzati su due assi reciprocamente perpendicolari.

### *Perforazione*

La perforazione si esegue mediante un utensile costituito da un piatto in acciaio elicoidale saldato ad un'asta cava centrale munita, in corrispondenza dell'estremità inferiore, di denti che ne facilitano la penetrazione nel terreno.

L'ingresso di terreno nella cavità centrale è impedito da una puntazza collocata al suo estremo inferiore.

La perforazione consiste nel fare penetrare l'elica nel terreno mediante una tavola Rotary che opera con coppia torcente e sforzo assiale idonei a vincere la resistenza del terreno. L'utensile, avanzando, sposta lateralmente il terreno provocando un effetto di addensamento e costipazione del terreno nell'intorno del palo stesso

#### *Getto del calcestruzzo ed estrazione dell'elica*

Il getto del calcestruzzo (in alternativa può essere utilizzata una malta o una miscela plastica) avviene attraverso l'asta cava centrale utilizzando una pompa per calcestruzzo tipo Putzmeister o MECBO da 60 - 80 mc/ora.

Il collegamento della pompa alla batteria di perforazione si esegue mediante una manichetta flessibile di diametro pari a 4" - 5" collegata ad un canotto girevole (testina di adduzione) sulla tavola rotary.

Il calcestruzzo preconfezionato viene fornito in betoniere; il getto comincerà solo quando sarà assicurata la fornitura del calcestruzzo necessario al completamento dell'intero getto. In fase iniziale, al fine di lubrificare la superficie interna dei tubi, è necessario pompare attraverso i medesimi una quantità appropriata di miscela cementizia avente un rapporto acqua/cemento 0,5.

Raggiunta la profondità richiesta il calcestruzzo viene pompato all'interno della batteria ad una pressione di circa 2 bars e la trivella viene sollevata di alcuni centimetri; la pressione raggiunta comporta l'espulsione della puntazza ed il riempimento dello spazio sottostante.

In fase di getto la pressione si riduce a 1 - 1,5 bars e contribuisce al sollevamento dell'elica e del terreno presente sulle sue spire; mentre il calcestruzzo occupa progressivamente la cavità realizzata, l'elica risale senza ruotare o ruotando lentamente nello stesso senso dell'avanzamento.

Per garantire l'integrità del palo occorre mantenere costantemente positivo il valore della pressione del calcestruzzo pompato ed eseguire un sollevamento lento e regolare.

Al fine di controllare costantemente il valore della pressione di pompaggio del calcestruzzo si utilizza un trasduttore di pressione collocato in corrispondenza del manicotto in testa alla batteria di scavo; tale sensore è collegato ad un indicatore digitale posto all'interno della cabina di manovra della perforatrice in modo da risultare ben visibile dall'operatore.

Il getto terminerà a livello del piano di lavoro.

L'inserimento dell'armatura prevede l'impiego di una gru in grado di sollevare la gabbia più lunga e pesante prevista nel progetto; in alternativa potrà essere utilizzato l'argano di servizio della perforatrice.

Le gabbie più lunghe sono composte da elementi modulari (solitamente di 12 metri) che sono assemblati l'uno sull'altro a boccaforo. La gabbia viene sollevata agganciandola con le funi per mezzo di un bilancino per evitare un eccessivo sforzo localizzato.

Una volta che l'armatura è in posizione verticale, la gru di servizio si muoverà verso il perforo già gettato per inserire la gabbia; la discesa deve avvenire lentamente per evitare danni ai distanziatori (se presenti).

Nel caso in cui la gabbia sia composta da più elementi, la connessione è effettuata mediante morsetti; l'unione fra i singoli elementi sarà controllata in loco dal responsabile di turno.

Eventuali modifiche al metodo qui proposto saranno apportate all'inizio e durante i lavori, riservando la maggior cura possibile all'integrità della gabbia.

### Controlli

La frequenza e il tipo di controlli devono essere descritti nel Piano di Controllo Qualità.

#### *tolleranze*

L'esecuzione deve rispondere ai criteri di tolleranza descritti nelle Specifiche Tecniche e nei disegni.

#### *controlli preliminari*

La qualità dei materiali forniti deve essere certificata; se ritenuto necessario, test di qualificazione sul calcestruzzo saranno eseguiti dai fornitori prima dell'inizio lavori per verificare le caratteristiche richieste. Nel caso i fornitori abbiano già i certificati attestanti le caratteristiche della miscela, i test preliminari potranno essere evitati.

I certificati con le caratteristiche del calcestruzzo sono consegnati al Capo Cantiere prima della consegna; i documenti saranno archiviati dal Capo Cantiere ed una copia degli stessi verrà spedita al Cliente come previsto.

#### *procedure di controllo qualità per i materiali*

I controlli devono essere eseguiti sul calcestruzzo e sull'armatura.

#### *Ricezione materiali*

Tutte le materie prime utilizzate saranno controllate al loro arrivo.

### *Calcestruzzo*

Le betoniere devono avere bolle di consegna indicanti il peso dei componenti o la classe del calcestruzzo trasportato.

Lo slump ed il diametro massimo degli aggregati utilizzati saranno verificati almeno una volta al giorno e se risultano difformi dalle specifiche di progetto la betoniera verrà allontanata.

### *Armatura*

I documenti dell'acciaieria devono indicare: numero, tipo (con riferimento all'ordine di acquisto e al disegno) e peso.

Il certificato dell'acciaieria attesterà la classe di resistenza dell'acciaio.

procedure di controllo qualità durante l'esecuzione

Una lista schematica dei punti oggetto di controllo è di seguito riportata:

- Costruzione della gabbia di armatura (se prevista);
- Piazzamento;
- Perforazione;
- Getto del calcestruzzo;
- Inserimento della gabbia di armatura.

### *Costruzione della gabbia di armatura*

La conformità della gabbia rispetto ai disegni sarà controllata prima dell'installazione.

### *Piazzamento*

Durante il piazzamento la punta dell'elica viene centrata rispetto al picchetto di riferimento; la verticalità sarà controllata sia con livelli a bolla sui due assi reciprocamente ortogonali sia con fili a piombo localizzati sugli assi perpendicolari.

La tolleranza "e", rispetto alla posizione del picchetto, salvo diverse prescrizioni, è generalmente pari a:

- $e < 0,1$  m per pali con diametro  $D < 1$  m;
- $e < 0,1 \times D$  per pali con diametro  $D > 1$  m.

La tolleranza verticale è solitamente  $\pm 2\%$  sull'asse teorico. Il controllo di verticalità del

palo, in casi di particolari vincoli geometrici, può essere realizzato inserendo un tubo inclinometrico nella gabbia di armatura. Tuttavia l'inserimento del tubo risulta difficoltoso; è inoltre consigliabile l'utilizzo di un tubo metallico e non di alluminio per evitare possibili danneggiamenti durante le fasi di infissione della gabbia di armatura.

#### *Perforazione*

Durante la perforazione del palo, l'operatore ed il sottomacchina controlleranno la corretta posizione dell'attrezzatura almeno una volta, utilizzando il livello a bolla.

Al termine delle operazioni di scavo, la profondità sarà controllata misurando l'altezza dell'elica dal livello del piano di lavoro; la tolleranza usuale è di  $\pm 10$  cm.

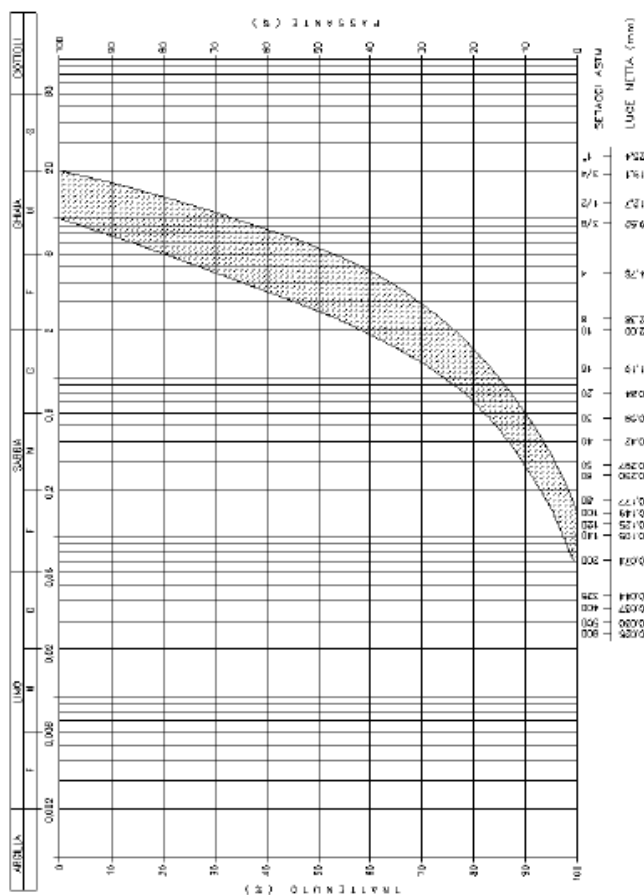
#### *Getto del calcestruzzo*

Per i pali verrà controllata l'omogeneità del getto fino al piano di lavoro. Durante le operazioni di getto e di estrazione dell'elica l'operatore controllerà che la pressione sia sempre positiva; in alternativa, tale controllo potrà essere effettuato mediante un dispositivo automatico.

#### *Installazione della gabbia*

La tolleranza della quota di installazione della gabbia è di  $\pm 10$  cm., in relazione alla quota del piano di lavoro.

### PALI TRELICON - FUSO GRANULOMETRICO DI RIFERIMENTO



NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

Prove di carico sui pali-Nell'esecuzione delle prove di carico sui pali per la determinazione del carico limite del palo singolo o per la verifica del comportamento dei pali realizzati valgono le indicazioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni contenute nel D.M. 14 Gennaio 2008 (NTC2008) e relativa Circolare n. 617 del 2 febbraio 2009 “Istruzioni per l’Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008”.

Le prove dovranno essere nella misura non inferiore di:

- 1 se il numero di pali è inferiore o uguale a 20,
- 2 se il numero di pali è compreso tra 21 e 50,
- 3 se il numero di pali è compreso tra 51 e 100,

- 4 se il numero di pali è compreso tra 101 e 200,
- 5 se il numero di pali è compreso tra 201 e 500,
- il numero intero più prossimo al valore  $5 + n/500$ , se il numero  $n$  di pali è superiore a 500.

Tali prove devono essere spinte ad un carico assiale pari a 1,5 volte l'azione di progetto utilizzata per le verifiche degli stati limite di esercizio.

Pali di prova-Prima dell'inizio della costruzione della palificata, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, devono essere eseguiti pali pilota, il cui numero e la cui ubicazione devono essere indicati dalla medesima Direzione dei Lavori, e risultare esattamente dai verbali che verranno redatti sulle prove eseguite.

Le prove di carico per la determinazione del carico limite del palo singolo devono essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno, o comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi abbassamenti-carichi e abbassamenti-tempi.

Prove di collaudo statico-Per le prove di collaudo i pali di prova vanno prescelti fra quelli costituenti l'intera palificata e indicati dalla Direzione dei Lavori.

Le prove di collaudo dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte fino ad 1,5 volte il carico ammissibile del palo singolo, con applicazione graduale del carico sul palo.

Ove previsto in progetto, l'Impresa è tenuta ad effettuare su pali prove di carico orizzontale, prove estensimetriche, carotaggi sonici, ecc.; le prove di carico verticale di cui alle norme vigenti sono integralmente a carico dell'Impresa, mentre per le prove di altro tipo sarà applicata la corrispondente voce dell'Elenco dei Prezzi Unitari.

Materiali ed elementi costruttivi-I materiali devono avere le seguenti caratteristiche:

- gli acciai devono essere conformi alle specifiche disposizioni in vigore al momento della posa in opera;
- le piastre di ripartizione vanno dimensionate in relazione alle caratteristiche del materiale di cui sono costituite e del materiale di contrasto;
- la scelta del cemento deve essere fatta tenendo conto dei seguenti fattori: ritiro, resistenza e lavorabilità della miscela, interazione cemento-acciaio, interazione cemento-ambiente circostante. Le caratteristiche del cemento devono essere determinate in conformità al D.M. 3 giugno 1968 e successivi aggiornamenti<sup>2</sup>. Devono essere utilizzati solo cementi con contenuto totale di cloro inferiore allo 0,05% del peso del cemento e contenuto totale di zolfo (da solfuri S--) inferiore allo

<sup>2</sup> D.M. 20 novembre 1984 - Modificazioni al decreto ministeriale 3 giugno 1968 (G.U. n. 353 del 27 dicembre 1984) e D.M. 13 settembre 1993 - Abrogazione di alcune disposizioni contenute nel D.M. 3 giugno 1968 (G.U. n. 223 del 22 settembre 1993).

0,15% del peso del cemento, al fine di evitare pericolo di corrosione sotto tensione. L'idoneità del cemento deve essere certificata dal fabbricante. Il tempo di presa a 20° C deve essere superiore a tre ore, mentre il tempo di fine presa a 5° C deve essere inferiore a 24 ore;

- possono essere impiegati additivi per migliorare le caratteristiche delle miscele di iniezione, sempre che non introducano elementi pregiudizievoli nei riguardi della durabilità e dell'affidabilità di tutti i componenti del tirante.

### **28.2.3 Strutture di elevazione verticali**

#### *Muro con blocco monostrato*

Consiste in un unico strato di blocchi di elementi lapidei artificiali o naturali di 30 cm di spessore, intonacati esternamente con intonaco plastico ed internamente con intonaco di gesso.

#### *Muro di mattoni*

Occorre curare la perfetta orizzontalità di ogni corso o filare di mattoni, lo sfalsamento dei giunti e la legatura dei mattoni tra di loro. Gli strati di malta devono avere uno spessore non superiore ai 10-12 mm e devono essere uniformi, sia nei letti orizzontali di giacitura dei mattoni come nei giunti verticali, per evitare un cedimento sensibile durante l'assestamento e l'indurimento della malta; ad ogni corso si devono riempire i giunti vuoti e gli interstizi tra i mattoni facendo penetrare la malta resa fluida da un poco d'acqua in modo da non lasciare alcun vuoto neppure minimo. Una abbondante annaffiatura, oltre a far penetrare la malta nei vuoti fino a saturare ogni interstizio, serve anche ad impedire un troppo rapido prosciugamento della malta consentendo ad essa il suo naturale periodo di presa, specialmente durante il clima troppo caldo della stagione o della giornata, per cui questa si seccerebbe prima di aver raggiunto la presa. Per lo stesso motivo occorre bagnare a saturazione i mattoni, la cui porosità li rende avidi di acqua e li porterebbe ad assorbire tutta quella contenuta nella malta distruggendone la possibilità di presa regolare.

Gli spessori dei muri di mattoni sono di solito riferiti a multipli della larghezza di una testa. Abbiamo così i tramezzi dello spessore di una testa, i muri sottili di 2 o 3 teste o i muri più comuni di 4 o più teste, spessori intesi sul vivo del rustico escluso lo spessore dell'intonaco.

Gli spessori minimi delle murature in assenza di sisma sono:

- muratura in elementi resistenti artificiali pieni 150 mm;
- muratura in elementi resistenti artificiali semipieni 200 mm;
- muratura in elementi resistenti artificiali forati 240 mm;
- muratura di pietra squadrata 240 mm;
- muratura di pietra listata 400 mm;
- muratura di pietra non squadrata 500 mm;



Invece, per elementi soggetti a sollecitazioni sismiche, valgono i seguenti requisiti minimi:

Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata 300 mm ;

Muratura ordinaria, realizzata con elementi artificiali 240 mm ;

Muratura armata, realizzata con elementi artificiali 240 mm ;

Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata, in siti ricadenti in zona 3 e 4 240 mm ;

Muratura realizzata con elementi artificiali semipieni, in siti ricadenti in zona 4200 mm<sup>20</sup> ;

Muratura realizzata con elementi artificiali pieni, in siti ricadenti in zona 4150 mm;

#### **28.2.4 Strutture portanti orizzontali**

##### *Solai*

Le coperture degli ambienti e dei vani potranno essere eseguite, a seconda degli ordini della Direzione dei Lavori, con solai di uno dei tipi descritti in appresso.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere il sistema e tipo di solaio di ogni ambiente e per ogni tipo di solaio essa stabilirà anche il sovraccarico accidentale da considerare e l'Impresa dovrà senza eccezioni eseguire le prescrizioni della Direzione dei lavori.

L'Impresa dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appesi al numero, forma e posizione che, a sua richiesta, sarà precisato dalla Direzione dei Lavori.

##### *Solai a travetti*

I travetti in calcestruzzo sono realizzati interamente con questo materiale; i travetti misti sono costituiti da una suola generalmente in laterizio e da un getto poco importante in calcestruzzo di solidarizzazione della suola con l'armatura.

La messa in opera richiede attrezzatura di sollevamento alquanto modesta. Una volta posati i travetti opportunamente distanziati, su di essi vengono impostati i blocchi. È richiesta poca impalcatura di sostegno: normalmente una fascia rompitratta in mezzera per regolarizzare le quote d'intradosso dei vari travetti. Un getto di calcestruzzo completa, solidarizzando.

I blocchi di alleggerimento richiedono una suola superiore di calcestruzzo, mentre quelli collaboranti presentano una propria suola sostitutiva o integrativa di quella in calcestruzzo.

##### *Solai in cemento armato*

Per tali solai si richiamano tutte le norme e prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato.

### *Solai di tipo misto in cemento armato ed elementi laterizi forati*

I laterizi dei solai di tipo misto in cemento armato, quando abbiano funzione statica, dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

- essere conformati in modo che le loro parti resistenti a pressione vengano nella posa a collegarsi tra di loro così da assicurare una uniforme trasmissione degli sforzi di pressione dall'uno all'altro elemento;
- ove sia disposta una soletta di calcestruzzo staticamente integrativa di quella in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la perfetta aderenza tra i due materiali ai fini della trasmissione degli sforzi di scorrimento;
- qualsiasi superficie metallica deve risultare circondata da una massa di cemento che abbia in ogni direzione spessore non minore del copriferro di progetto;
- per la confezione a pie' d'opera di travi in laterizio armato, l'impasto di malta di cemento deve essere realizzato secondo le indicazioni progettuali o della Direzione Lavori, al fine di raggiungere le caratteristiche meccaniche prescritte dal progetto;

In tutti i solai con laterizi la larghezza delle nervature non potrà essere minore di 7 cm ed il loro interasse non dovrà superare 40 cm nei tipi a nervature parallele e 80 cm in quelli a nervature incrociate.

Di regola devono essere previste nervature trasversali di ripartizione nei tipi a nervature parallele di campata maggiore di 5 m.

È consentito l'impiego di solai speciali con nervature di cemento armato e laterizi, senza soletta di conglomerato, purché i laterizi, di provata resistenza, presentino rinforzi di conveniente spessore atti a sostituire la soletta di conglomerato e rimangono incastrati fra le dette nervature.

Le eventuali mensole triangolari di raccordo alle estremità delle solette e delle nervature devono essere profilate inferiormente con inclinazione non maggiore di tre di base per uno di altezza.

Per le solette a pianta rettangolare, qualora non si eseguisca una precisa determinazione delle armature, oltre all'armatura principale portante, disposta parallelamente al lato minore, si deve adottare un'armatura secondaria di ripartizione, disposta secondo il lato maggiore di sezione uguale almeno al 25% di quella dell'armatura principale. Quando il rapporto tra i lati del rettangolo è compreso fra  $\frac{3}{5}$  e 1, la soletta deve essere di regola calcolata come piastra.

Nelle solette dei solai con laterizi l'armatura di ripartizione deve essere costituita almeno da una rete metallica di diametro di 5mm e passo 200x200mm.

Un carico isolato agente sulla soletta indirettamente, attraverso una massicciata o pavimentazione, deve essere considerato come ripartito uniformemente su di un rettangolo di lati eguali a quelli della base effettiva di appoggio sulla soprastruttura, aumentati ambedue del doppio dello spessore della massicciata (o pavimentazione).

Qualora non si esegua il calcolo della soletta come piastra elastica, per tener conto in modo approssimativo dalla compartecipazione delle strisce adiacenti a quella sotto carico, la soletta può calcolarsi come una trave di sezione rettangolare di larghezza eguale a quella della striscia, come sopra determinata, aumentata ancora di 1/3 della portata, ma non maggiore della portata medesima; l'aumento del terzo della portata non deve essere praticato quando il carico sia prossimo ad un appoggio.

### *Solai prefabbricati autoportanti precompressi*

Caratteristiche principali dei solai prefabbricati saranno:

- Solaio autoportante (non necessita di puntellature) in cls armato precompresso estruso.
- Estradosso ed intradosso piani con finitura a vista da cassero metallico.
- Schema statico di semplice appoggio in tutte le fasi, compresa quella di montaggio.
- Calcolato in accordo al D.M. 14.01.2008.
- Elevata capacità di ripartizione dei carichi attraverso il giunto longitudinale organizzato.
- Classe di esposizione all' aggressività ambientale XC1 secondo la Norma UNI EN 206-1:2001.
- Produzione conforme alle prescrizioni di cui alla L. 5/11/71 n° 1086 e vigente DM, Certificato di
- Controllo della Produzione in Fabbrica e Marcatura CE (Norma UNI EN 1168:2008).
- Conforme alle prescrizioni della norma UNI EN ISO 9001:2008 con certificato n° 95080.
- Predisposizione di asolature superiori all' appoggio per connessione con la struttura portante.
- Tolleranze: lunghezza +/- 25 mm; larghezza lastra intera +/- 5mm; sottomodulo +/- 20 mm; diversità di monta, fra le lastre intere, anche dopo la regolazione (a carico Committente) inferiore a  $D_v = L/700 \times 1,5$ .
- In funzione delle disponibilità di taglio delle lastre sottomodulo può esserci la necessità di realizzare getti di compensazione in opera (esclusi dalla fornitura).
- Taglio trasversale e longitudinale (sottomoduli) eseguito con sega a disco diamantato.

## **28.3 Chiusure**

### **28.3.1 Chiusure verticali**

#### *Murature in genere*

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari ricavi, sfondi, canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capochiave delle volte, gli ancoraggi delle catene e delle travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, cessi orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
- per le condutture elettriche di campanelli, di telefono e di illuminazione;
- per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga, per molte ore, al di sotto di 0° C.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, al distacco del lavoro, vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fina. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole, ecc., nello spessore dei muri siano lasciate aperte sopra una faccia, temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con gli addentellati d'uso, sia col costruire l'origine delle volte e degli archi a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La Direzione Lavori stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico.

#### *Murature e riempimenti in pietrame a secco - Vespai*

Vespai e intercapedini - Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale, potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente

spianato, bagnato e ben battuto con la mazzaranga per evitare qualsiasi cedimento. Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere comunicanti fra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 x 20 cm ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria. Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo e cunicolo -con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto. Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni mutati in malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

#### *Murature di mattoni*

Gli elementi costituenti la muratura dovranno mettersi in opera con le connessioni alternative in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca attorno e riempia tutte le connessioni.

La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 mm né minore di 5 mm.

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.

Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessioni orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali.

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

#### *Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati*

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo. Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.

Nelle pareti in foglio saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alle sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto. Quando una parete deve eseguirsi fino

sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo con scaglie e cemento.

#### *Murature miste*

La muratura mista di pietrame e mattoni dovrà progredire a strati orizzontali intercalando n..... di filari di mattoni ogni ..... m di altezza di muratura di pietrame. I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali.

Nelle murature miste per i fabbricati, oltre ai filari suddetti, si debbono costruire in mattoni tutti gli angoli e spigoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature qualsiasi, le spallette e squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico, e le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, le latrine, i condotti in genere, e qualunque altra parte di muro all'esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità delle prescrizioni che potrà dare la Direzione dei Lavori all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel migliore modo possibile e tanto in senso orizzontale che in senso verticale.

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da 20 a 30 cm, su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato e vibrato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento. Solo nel caso di cavi molto larghi, la Direzione dei Lavori potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e della battitura deve, per ogni strato di 30 cm d'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili o quegli altri mezzi d'immersione che la Direzione dei Lavori prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la Direzione dei Lavori stimerà necessario.

#### *Altre murature*

Per quanto riguarda altri tipi di murature dello stesso tipo di quelle esterne, si faccia riferimento al capitolo riservato alle “strutture di elevazione verticali”.

### **28.3.2 Infissi esterni verticali**

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, le porte, le finestre e le porte-finestre devono essere facilmente utilizzabili anche da persone con ridotte o impedito capacità motorie o sensoriali.

I meccanismi di apertura e chiusura devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione.

Ove possibile si deve dare preferenza a finestre e parapetti che consentono la visuale anche alla persona seduta. Si devono comunque garantire i requisiti di sicurezza e protezione dalle cadute verso l'esterno.

L'altezza delle maniglie o del dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm (consigliata 115 cm).

Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro. Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni. Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

### ***28.3.3 Facciate continue vetrate verticali ed inclinate***

#### **Struttura**

I profili metallici saranno estrusi in lega primaria di alluminio EN AW -6060.

Il trattamento superficiale sarà realizzato presso impianti omologati secondo le direttive tecniche del marchio di qualità Qualicoat per la verniciatura e Qualanod per l'ossidazione anodica. Inoltre la verniciatura deve possedere le proprietà previste dalla norma UNI 9983, mentre l'ossidazione anodica quelle previste dalla UNI 10681.

La struttura portante sarà realizzata a montanti e traversi.

La profondità dei profilati, disponibili in diverse dimensioni, dovrà essere scelta in conformità al calcolo statico, la larghezza sarà di 50 mm, lo spessore delle pareti dei montanti sarà di 3 mm.

Nel caso di facciate a settori (spezzata geometrica in pianta), i montanti dovranno essere dotati di sedi d'appoggio del vetro angolabili in modo da mantenere inalterata la sezione architettonica interna.

#### **Caratteristiche dei materiali e delle finiture superficiali**

Profili: estrusi in lega primaria alluminio-magnesio-silicio 6060 UNI 9006/1 con stato fisico T5.

Tutti i profilati in alluminio potranno avere le seguenti finiture superficiali a scelta della D.L.:

#### **A)Ossidazione**

I profili dovranno essere ossidati mediante processo elettrolitico in conformità alle norme UNI 3952 e 4522 utilizzando il ciclo all'acido solforico con fissaggio a caldo in acqua deionizzata.

L'eventuale colorazione sarà ottenuta con un processo di elettrocolorazione.

L'ossidazione anodica dovrà avere le seguenti caratteristiche:

finitura superficiale: architettonico spazzolato.

Spessore dello strato di ossido: 20 micron.

La colorazione sarà scelta dal committente su campionatura fornita dal fornitore dei manufatti.

## B) Verniciatura

I profili dovranno essere verniciati con polveri termoindurenti a base di resine poliesteri su impianto avente:

tunnel di pretrattamento a 11 stadi;

linea di pretrattamento con il controllo chimico continuo dei bagni in modo da mantenere le concentrazioni entro i valori stabiliti;

sistema di regolazione e monitoraggio tale da mantenere costante la temperatura nelle varie zone dei forni, temperatura che deve essere rilevata, fino a 6 punti diversi, su tutta la lunghezza del profilo.

Lo spessore del rivestimento dovrà essere minimo 60 micron salvo le parti che, per motivi funzionali, impongono un limite massimo inferiore.

La verniciatura dovrà essere eseguita applicando integralmente i seguenti documenti:

Capitolato di Qualità QUALITAL "Direttive del marchio di qualità QUALICOAT dell'alluminio verniciato (con prodotti liquidi o in polvere) impiegato in architettura";

Normativa UNI 9983 "Rivestimenti dell'alluminio e sue leghe - requisiti e metodi di prova".

In caso di contrasto tra i due documenti sopraccitati prevarrà quello più favorevole al committente. La colorazione sarà scelta dal committente su campionatura fornita dal fornitore dei manufatti. Il trattamento superficiale dovrà essere eseguito da impianti che hanno ricevuto la certificazione dei marchi di qualità EURAS-EWAA per l'ossidazione anodica e QUALICOAT per la verniciatura.

Accessori:

secondo UNI 3952; non saranno ammessi, per le parti a contatto con l'alluminio, materiali in acciaio al carbonio anche se trattati mediante zincatura o altri trattamenti superficiali.

Gli accessori in vista avranno finitura superficiale:

verniciati colore RAL a scelta della D.L.

## Isolamento termico

L'interruzione del ponte termico fra la parte strutturale interna e le copertine di chiusura esterne sarà realizzata mediante l'interposizione di un listello estruso di materiale sintetico termicamente isolante, di dimensione adeguata allo spessore delle lastre di tamponamento o dei telai delle parti apribili.

Il valore di trasmittanza termica della struttura in alluminio  $U_f$  calcolato secondo la UNI EN ISO 10077-2 o verificato in laboratorio secondo la UNI EN ISO 12412-2 sarà di  $1,6 \div 1,8 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$  con sigillatura esterna e di  $2,2 \div 2,8 \text{ W/m}^2 \text{ °K}$  con guarnizione siliconica esterna.



## Drenaggio e ventilazione

I profili strutturali saranno dotati di canaline ad altezze differenziate alla base delle sedi di alloggiamento dei vetri. L'eventuale acqua di infiltrazione o condensa verrà così drenata dal piano di raccolta del traverso su quello più basso del montante e da qui guidata fino alla base della costruzione. Per poter realizzare soluzioni architettoniche complesse, dovranno essere disponibili profili che abbiano un piano di raccolta intermedio (2° livello). Il drenaggio e l'aerazione della sede del vetro avverranno dai quattro angoli di ogni singola specchiatura attraverso il profilo di montante. Nel caso il produttore di vetri lo esiga sarà possibile prevedere l'aerazione ed il drenaggio di ogni singola specchiatura direttamente all'esterno.

A seconda dell'altezza della facciata ed alla posizione dei giunti di dilatazione sarà previsto l'inserimento sul montante di appositi particolari la cui funzione sarà di drenare l'eventuale acqua di infiltrazione/condensa e di consentire la ventilazione. Tali particolari dovranno poter essere inseriti anche a struttura posata.

In corrispondenza delle giunzioni traverso montante sarà previsto l'inserimento di un particolare di tenuta in EPDM che oltre a realizzare una barriera all'acqua eviterà anche il sorgere di fastidiosi scricchiolii dovuti alle variazioni dimensionali (dilatazioni). La tenuta sarà quindi garantita dal tipo di giunzione brevettata in tutta Europa e dai particolari in EPDM evitando l'impiego di sigillante.

## Scossaline

Le facciate dovranno essere corredate di una serie di scossaline in lamiera di alluminio spessore 15/10 pressopiegata, atte a raccordare sia all'interno sia all'esterno, le facciate con le strutture murarie. Tali scossaline dovranno essere idoneamente coibentate e guainate al fine di impedire infiltrazioni e garantire l'isolamento termico anche nelle zone di raccordo.

## Staffe di fissaggio

Le staffe di fissaggio saranno realizzate in profilato di acciaio zincato opportunamente dimensionato complete di viti di fissaggi.

## Accessori

Il collegamento dei traversi ai montanti sarà realizzato mediante viti e cavallotti e dovrà essere scelto in funzione del peso dei tamponamenti, delle necessità statiche e del tipo di montaggio in conformità a quanto previsto dal fornitore del sistema. All'estremità dei traversi saranno previste mascherine in materiale sintetico la cui funzione sarà di assorbire le variazioni dimensionali e contemporaneamente di garantire un collegamento piacevole dal punto di vista estetico. I cavallotti saranno realizzati in alluminio e dovranno permettere il montaggio dei traversi anche a montanti già posati; le viti e i bulloni di fissaggio saranno in acciaio inossidabile.

Gli accessori del sistema dovranno essere realizzati, in funzione delle necessità, con materiali perfettamente compatibili con le leghe di alluminio utilizzate per l'estrusione dei profili quali: acciaio inossidabile, alluminio (presso fuso o estruso), materiali sintetici, zama (particolari presso fusi).

## Guarnizioni e sigillanti

Le guarnizioni cingivetro interne, dovranno avere altezze diverse per compensare il diverso posizionamento delle sedi dato dalla sovrapposizione del traverso sul montante.

Il sistema dovrà prevedere anche la variante con guarnizioni cingivetro interne che siano otticamente uguali.

Le giunzioni delle guarnizioni cingivetro interne dovranno essere sigillate con l'apposito sigillante collante. A garanzia dell'originalità tutte le guarnizioni dovranno essere marchiate in modo continuo riportando l'indicazione del numero dall'articolo ed il marchio del produttore.

#### Dilatazioni

Le dilatazioni termiche orizzontali verranno assorbite dal giunto montante-traverso o nel caso di struttura a telai, da montanti scomponibili. Nei giunti di dilatazione verticale il montante verrà

interrotto per una lunghezza pari a 10 mm; si dovrà prevedere un idoneo elemento di giunzione per assicurare la continuità delle canaline di raccolta dell'eventuale acqua d'infiltrazione dello stesso. Tale elemento dovrà poter essere inserito anche a struttura posata. I montanti saranno collegati da cannotti ricavati da profili estrusi in alluminio verniciati.

#### Prestazioni

Le prestazioni del sistema dovranno essere dimostrate con certificati rilasciati da laboratori autorizzati secondo le normative di seguito elencate:

Tenuta all'aria           UNI EN 12152

Tenuta all'acqua       UNI EN 12154

Resistenza al vento   UNI EN 13116

Le classi necessarie saranno scelte tenendo in considerazione da un lato le prestazioni minime previste dalla normativa nazionale, dall'altro dalle specifiche necessità e richieste del singolo cliente. Per quanto riguarda le prestazioni acustiche il necessario valore di potere fonoisolante dovrà essere determinato in funzione della destinazione d'uso degli ambienti confinanti e delle prestazioni degli altri materiali componenti le pareti esterne sulla base di quanto previsto dal decreto D.P.C.M. del 5/12/97 sui requisiti passivi degli edifici.

#### Vetraggio

Le lastre di vetro saranno posate su supporti in materiale plastico di 10 cm di lunghezza.

Il peso delle lastre di tamponamento sarà supportato da appositi punti di forza metallici (accessori del sistema) che lo trasmetteranno alla struttura. Durante la posa dovrà essere possibile vincolare, temporaneamente, i tamponamenti alla struttura con speciali bloccaggi in acciaio inox. Tali bloccaggi rimarranno inseriti anche dopo il montaggio delle copertine. Per facilitare ulteriormente la posa in opera, le copertine interne orizzontali saranno provviste di bloccaggi in nylon che si agganceranno al listello isolante e sosterranno le copertine prima che siano fissate con le viti.

#### Tamponamenti trasparenti

Vetrata termoisolante composta da una lastra esterna stratificata antinfortuno tipo Guardian SN 40 LamiGlass 55.2 SC con trattamento superficiale Super Neutro

magnetronico basso emissivo antisolare posto verso l'intercapedine e composta da float chiari e plastici ad attenuazione acustica .

Intercapedine di spessore 16 mm con gas argon inserito , doppia sigillatura e distanziatore metallico.

Lastra interna stratificata antinfortuno 44.2 sc composta da float chiari e plastici pvb acustici.

Entrambe le Lastre molate perimetralmente

Attenuazione acustica  $R_w$  46 db in accordo a EN ISO 140-717

Caratteristiche energetico luminose base in accordo a EN 410 e 673:

Trasmissione luminosa TL 40%

Fattore Solare FS 24 %

Riflessione luminosa RL 16%

Trasmittanza termica U 1.1 wattmqk

#### **28.3.4 Serramenti in metallo tradizionali**

##### Struttura

I serramenti saranno costruiti con l'impiego di profilati in lega di alluminio ed apparterranno alla serie SCHÜCO AWS 65. I profili metallici saranno estrusi in lega primaria di alluminio EN AW-6060.

Il trattamento superficiale sarà realizzato presso impianti omologati secondo le direttive tecniche del marchio di qualità Qualicoat per la verniciatura e Qualanod per l'ossidazione anodica. Inoltre la verniciatura deve possedere le proprietà previste dalla norma UNI 9983, mentre l'ossidazione anodica quelle previste dalla UNI 10681.

La larghezza del telaio fisso sarà di 65 mm, come l'anta complanare sia all'esterno che all'interno di porte e finestre, mentre l'anta a sormonto di porte e finestre (all'interno) misurerà 75 mm.

Tutti i profili, sia di telaio che di anta, dovranno essere realizzati secondo il principio delle 3 camere, costituiti cioè da profili interni ed esterni tubolari e dalla zona di isolamento, per garantire una buona resistenza meccanica e giunzioni a 45° e 90° stabili e ben allineate

Le ali di battuta dei profili di telaio fisso (L,T etc.) saranno alte 25 mm.

I semiprofilati esterni dei profili di cassa dovranno essere dotati di una sede dal lato muratura per consentire l'eventuale inserimento di coprifili per la finitura del raccordo alla struttura edile.

Dovrà essere possibile realizzare se necessario, finiture e colori diversi sui profili interni ed esterni.

##### B) Verniciatura

I profili dovranno essere verniciati con polveri termoindurenti a base di resine poliesteri TGIC su impianto avente:

tunnel di pretrattamento a 11 stadi;

linea di pretrattamento con il controllo chimico continuo dei bagni in modo da mantenere le concentrazioni entro i valori stabiliti;

sistema di regolazione e monitoraggio tale da mantenere costante la temperatura nelle varie zone dei forni, temperatura che deve essere rilevata, fino a 6 punti diversi, su tutta la lunghezza del profilo.

Lo spessore del rivestimento dovrà essere minimo 60 micron salvo le parti che, per motivi funzionali, impongono un limite massimo inferiore.

La verniciatura dovrà essere eseguita applicando integralmente i seguenti documenti:

Capitolato di Qualità QUALITAL "Direttive del marchio di qualità QUALICOAT dell'alluminio verniciato (con prodotti liquidi o in polvere) impiegato in architettura";

Normativa UNI 9983 "Rivestimenti dell'alluminio e sue leghe - requisiti e metodi di prova".

In caso di contrasto tra i due documenti sopraccitati prevarrà quello più favorevole al committente. La colorazione sarà scelta dal committente su campionatura fornita dal fornitore dei manufatti. Il trattamento superficiale dovrà essere eseguito da impianti che hanno ricevuto la certificazione dei marchi di qualità EURAS-EWAA per l'ossidazione anodica e QUALICOAT per la verniciatura.

Isolamento termico

Il collegamento tra la parte interna e quella esterna dei profili sarà realizzato in modo continuo e definitivo mediante listelli di materiale sintetico termicamente isolante (Polythermid o Poliammide).

Il valore  $U_f$  di trasmittanza termica effettiva varierà in funzione del rapporto tra le superfici di alluminio in vista e la larghezza della zona di isolamento.

Il medesimo verrà calcolato secondo UNI EN ISO 10077-2 o verificato in laboratorio secondo le norme UNI EN ISO 12412-2 e dovrà essere compreso tra  $1,9 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_f \leq 2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

I listelli isolanti dovranno essere dotati di due inserti in alluminio, posizionati in corrispondenza della zona di accoppiamento, per aumentare la resistenza allo scorrimento del giunto.

La larghezza dei listelli sarà di almeno 27,5 mm per le ante e 32,5 mm per i telai fissi.

Drenaggio e ventilazione

Su tutti i telai, fissi e apribili, verranno eseguite le lavorazioni atte a garantire il drenaggio dell'acqua attorno ai vetri e la rapida compensazione dell'umidità dell'aria nella camera di contenimento delle lastre.

I profili dovranno avere i listelli perfettamente complanari con le pareti trasversali dei semiprofilo interni per evitare il ristagno dell'eventuale acqua di infiltrazione o condensazione.

I semiprofilo esterni avranno invece le pareti trasversali posizionate più basse per facilitare il drenaggio verso l'esterno (telai fissi) o nella camera del giunto aperto (telai apribili).

Il drenaggio e la ventilazione dell'anta non dovranno essere eseguiti attraverso la zona di isolamento ma attraverso il tubolare esterno.

Le asole di drenaggio dei telai saranno protette esternamente con apposite conchiglie, che nel caso di zone particolarmente ventose, in corrispondenza di specchiature fisse, saranno dotate di membrana.

#### Accessori

Le giunzioni a 45° e 90° saranno effettuate per mezzo di apposite squadrette e cavallotti, in lega di alluminio dotate di canaline per una corretta distribuzione della colla.

L'incollaggio verrà così effettuato dopo aver assemblato i telai consentendo la corretta distribuzione della colla su tutta la giunzione e dove altro necessario.

Saranno inoltre previsti elementi di allineamento e supporto alla sigillatura da montare dopo l'assieme delle giunzioni.

Nel caso di giunzioni con cavallotto, dovranno essere previsti particolari di tenuta realizzati in schiuma di gomma espansa da usare per la tenuta in corrispondenza dei listelli isolanti.

Le giunzioni sia angolari che a T dovranno prevedere per entrambi i tubolari, interno ed esterno, squadrette o cavallotti montati con spine, viti o per deformazione.

I particolari soggetti a logorio verranno montati e bloccati per contrasto onde consentire rapidamente una eventuale regolazione o sostituzione anche da personale non specializzato e senza lavorazioni meccaniche.

#### Accessori di movimentazione

Gli accessori di movimentazione saranno quelli originali del sistema e dovranno essere scelti in funzione delle indicazioni riportate sulla documentazione tecnica del produttore, in funzione delle dimensioni e del peso dell'anta.

#### Guarnizioni e sigillanti

Tutte le giunzioni tra i profili saranno incollate e sigillate con colla per metalli poliuretana a 2 componenti.

Le guarnizioni cingivetro saranno in elastomero (EPDM) e compenseranno le sensibili differenze di spessore, inevitabili nelle lastre di vetrocamera e/o stratificate, garantendo, contemporaneamente, una corretta pressione di lavoro perimetrale.

La guarnizione cingivetro esterna dovrà distanziare il tamponamento di 3 o 4 mm dal telaio metallico.

La guarnizione complementare di tenuta, anch'essa in elastomero (EPDM), adotterà il principio dinamico della precamera di turbolenza di grande dimensione (a giunto aperto) e sarà del tipo a più tubolarità.

La medesima dovrà essere inserita in una sede ricavata sul listello isolante in modo da garantire un accoppiamento ottimale ed avere la battuta su un'aletta dell'anta facente parte del listello isolante per la protezione totale dei semiprofilati interni.

La continuità perimetrale della guarnizione sarà assicurata mediante l'impiego di angoli vulcanizzati i quali, forniti di apposita spallatura, faciliteranno l'incollaggio della guarnizione stessa.

Anche nelle porte le guarnizioni di battuta saranno in elastomero (EPDM) e formeranno una doppia barriera nel caso di ante complanari, tripla invece nel caso di ante a sormonto.

A garanzia dell'originalità tutte le guarnizioni saranno marchiate in modo continuo riportando l'indicazione del numero di articolo e la corona.

#### Vetraggio

I profili di fermavetro garantiranno un inserimento minimo del vetro di almeno 14 mm.

I profili di fermavetro saranno inseriti mediante bloccaggi in plastica agganciati al fermavetro stesso, l'aggancio sarà così di assoluta sicurezza affinché, a seguito di aperture o per la spinta del vento il fermavetro non ceda elasticamente.

I bloccaggi dovranno inoltre compensare le tolleranze dimensionali e gli spessori aggiunti, nel caso della verniciatura, per garantire un corretto aggancio in qualsiasi situazione.

I fermavetri dovranno essere sagomati in modo tale da supportare a tutta altezza la guarnizione cingivetro interna per consentire una pressione ottimale sulla lastra di vetro.

Il dente di aggancio della guarnizione sarà più arretrato rispetto al filo esterno del fermavetro in modo da ridurre la sezione in vista della guarnizione riducendo l'effetto cornice.

Gli appoggi del vetro dovranno essere agganciati a scatto sui profili, avere una lunghezza di 100 mm ed essere realizzati in modo da non impedire il corretto drenaggio e ventilazione della sede del vetro.

#### Prestazioni

Le prestazioni dei serramenti saranno riferite alle seguenti metodologie di prova in laboratorio ed alle relative classificazioni secondo la normativa europea:

Permeabilità all'aria per finestre e porte classificazione secondo UNI EN 12207, metodo di prova secondo UNI EN 1026

Il serramento dovrà essere classificato con valore minimo: Classe 3

Tenuta all'acqua per finestre e porte classificazione secondo UNI EN 12208, metodo di prova secondo UNI EN 1027

Il serramento (per classificazione serramenti pienamente esposti) dovrà essere classificato con valore minimo: Classe 9A

Resistenza al vento per finestre e porte classificazione secondo UNI EN 12210, metodo di prova secondo UNI EN 12211

Il serramento sarà classificato con valore minimo: Classe 3

Per la classificazione combinata con freccia relativa frontale, sarà classificato con valore minimo: Classe C3

#### Tamponamenti trasparenti

Vetrata termoisolante composta da una lastra esterna stratificata antinfortunio Guardian SN 40 LamiGlass 55.2 SC con trattamento superficiale Super Neutro magnetronico basso emissivo antisolare posto verso l'intercapedine e composta da float chiari e plastici ad attenuazione acustica .

Intercapedine di spessore 16 mm con gas argon inserito , doppia sigillatura e distanziatore metallico.

Lastra interna stratificata antinfortunio 44.2 sc composta da float chiari e plastici pvb acustici.

Entrambe le Lastre molate perimetralmente

Attenuazione acustica  $R_w$  46 db in accordo a EN ISO 140-717

Caratteristiche energetico luminose base in accordo a EN 410 e 673:

Trasmissione luminosa TL 40%

Fattore Solare FS 24 %

Riflessione luminosa RL 16%

Trasmittanza termica U 1.1 wattmqk

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

#### Infissi metallici

Le opere in ferro devono ricevere un'applicazione di vernice antiruggine prima del loro collocamento in opera. Gli apparecchi di manovra, se di metallo fino, vanno protetti con una fasciatura di stracci.

Particolare riguardo nella posa richiedono le serrande di sicurezza per grandi aperture, vetrine, negozi, uffici a terreno, ecc., murando gli assi rotanti dei tamburi e le guide in modo che le serrande scorrano con estrema facilità nelle loro guide.

I serramenti in ferro devono disporsi in modo tale da evitare qualsiasi deformazione, in posizione orizzontale, interponendo tra un infisso e l'altro delle assicelle, o verticalmente leggermente inclinati contro una parete.

#### Infissi PVC

I serramenti in PVC rigido dovranno avere una resilienza secondo la normativa UNI EN ISO 180/01.

La miscela impiegata per l'estrusione dei profili componenti i serramenti a vetri per finestra o porte-finestre è costituita da una miscela di resina ed additivi stabilizzanti e lubrificanti con esclusione di plastificanti e cariche minerali od organiche e dovrà rispondere alle sotto elencate caratteristiche:

– il peso specifico determinato secondo le norme ASTM D792/00 deve essere  $< 1,49 \text{ kg/dm}^3$ ;

- la resistenza all'urto a trazione determinata secondo le norme UNI EN ISO 8256:1998 e superiore a 500 KJ/m<sup>2</sup> a 0°C e > a 700 Kg/m<sup>2</sup> a 23°C;
- il modulo elastico in flessione dovrà essere > a 2250 MPA determinato secondo le norme UNI vigenti;
- carico di rottura e > a 400 Kg/cm<sup>2</sup> secondo metodo di prova ASTM D638/03;
- la resistenza all'urto non deve dare, secondo le norme UNI 8649/85, nessuna rottura a 0°C e non più di 1 rottura su 10 provini a -10°C;
- secondo le norme ASTM D1525/07 la temperatura di rammollimento o grado di Vicat dovrà essere > 76°C;
- la resistenza alla luce, secondo le norme UNI EN ISO 4892/02 e UNI ISO 4582/85 dovrà essere > al grado 3 della scala dei grigi;
- durezza Shore > 75 secondo il metodo di prova ASTM D2240/05;
- per la resistenza della saldatura secondo la norma UNI EN 12608/05, la rottura non deve avvenire per oltre il 50% del piano di saldatura;
- autoestinguenza in caso d'incendio.

Le giunzioni degli angoli devono essere eseguite con la tecnica della saldatura a piastra calda senza apporto di materiali (polifusione), in modo da ottenere elementi monolitici senza soluzione di continuità nei punti di giunzione. Lo spessore delle pareti perimetrali dei profilati non dovrà essere inferiore a mm 3. Per il fissaggio delle parti staccate le viti devono essere di ottone con testa a goccia di sego.

I serramenti in PVC dovranno garantire la permeabilità dell'aria con classe A3, la tenuta all'acqua con categoria E2 e la resistenza ai carichi del vento con categoria V2.

Soglie e davanzali

Nel vano delle finestre, verso l'interno, si dispongono dei davanzali, in marmo o in legno della larghezza di 25-35 cm e dello spessore di 3-4 cm, murati tra le due spallette del muro. Così per le porte esterne, si dispongono attraverso l'apertura una soglia, di pietra o di marmo, che, oltre a completare l'apertura e a consentire la chiusura del serramento mediante il chiavistello che scende nello spessore ed entra nell'apposito astuccio fissato nella soglia, impedendo anche l'entrata dell'acqua dall'esterno. Dove i climi umidi facilitano la condensazione sui vetri, i davanzali interni recheranno una leggera inclinazione ed un foro per mandar fuori l'acqua colato, mediante un tubo metallico.

### **28.3.5 Chiusure orizzontali**

Chiusura orizzontale inferiore e su spazi esterni

Per le chiusure orizzontali inferiori e su spazi esterni valgono le medesime norme e prescrizioni e regole delle strutture portanti orizzontali.

Controsoffitti

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, crinature o distacchi nell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature



la Direzione dei Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Impresa il rifacimento, a carico di quest'ultima, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).

Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi. Tutti i legnami impiegati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolino su tutte le facce.

La Direzione dei Lavori potrà prescrivere anche le predisposizioni di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dai controsoffitti.

a) Controsoffitto in rete metallica (cameracanna). I controsoffitti in rete metallica saranno composti:

– dall'armatura principale retta o centinata in legno di abete, formata con semplici costoloni di 6 x 12 cm, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate ad interasse di 100 cm;

– dall'orditura di correntini in abete della sezione di 4 x 4 cm, posti alla distanza di 30 cm gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine od ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;

– dalla rete metallica, in filo di ferro lucido del diametro di 1 mm circa con maglie di circa 15 mm di lato, che sarà fissata all'orditura di correntini con opportune grappette;

– dal rinzafo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;

– dall'intonaco (eseguito con malta di calce e sabbia e incollato a colla di malta fina) steso con le dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

b) Controsoffitto tipo "Perret". I controsoffitti eseguiti con materiale laterizio speciale tipo "Perret", "Italia" o simili saranno costituiti da tavelline sottili di cotto dello stesso spessore di 2,5 cm armate longitudinalmente da tondini d'acciaio annegato in malta a 3 q di cemento Portland per m<sup>3</sup> di sabbia, il tutto ancorato al solaio sovrastante mediante robusti cavallotti di ferro posti a opportuna distanza. La faccia vista del controsoffitto sarà sbruffata con malta bastarda.

c) Controsoffitto in graticcio tipo "Stauss". I controsoffitti con graticcio di cotto armato tipo "Stauss" o simile saranno costituiti essenzialmente da strisce di rete di filo di ferro ricotto del diametro di 1 mm a maglie di 20 mm di lato aventi gli incroci annegati in crocettine di forma poliedrica in argilla cotta ad alta temperatura, che assicurano alla malta una buona superficie di aderenza. Dette strisce, assicurate agli estremi a tondini di ferro da 8 mm almeno ancorati a loro volta nelle murature perimetrali con opportune grappe poste a distanza di 25 cm, e ben tese mediante taglie tendifili, verranno sostenute con cavalloni intermedi (a distanza di circa 0,40 m) ed occorrendo mediante irrigidimenti di tondino di ferro da 3 mm in modo da risultare in tutta la superficie saldamente fissate al soffitto senza possibilità di cedimenti. Per l'intonacatura si procederà come per un controsoffitto normale: la malta gettata con forza contro il graticcio deve penetrare nei fori fra le varie crocette, formando al di là di esse tante piccole teste di fungo che trattengono fortemente l'intonaco alla rete. Trattandosi di rivestire superfici curve comunque centinate, la rete metallica del controsoffitto tanto del tipo comune (lett. a) che del tipo "Stauss" (lett. c) dovrà seguire le

sagome di sostegno retrostanti opportunamente disposte ed essere fissata ad esse con tutti i necessari accorgimenti per assicurare la rete e farle assumere la curvatura prescritta.

d) Controsoffitti in pannelli di lamiera stirata - I pannelli saranno fabbricati in acciaio elettrolitico galvanizzato in conformità alla normativa EN 10152: 1994 Lo spessore del pannello sarà variabile a seconda del tipo di pannello e della dimensione (spessore minimo 0,5mm). La vernice applicata sarà in polveri di poliestere, con uno spessore minimo di 0,55μ. Il prodotto potrà sopportare corpi illuminanti e diversi servizi. Il carico massimo ripartito su un pannello 600x600mm non dovrà superare i 3Kg/mq. Per evitare l'imbarco del prodotto si consiglia di rinforzare l'estradosso del pannello e di pendinare autonomamente tutti gli elementi di servizio. Apposite aperture destinate ad integrare i faretti, i diffusori d'aria e gli sprinklers potranno essere predisposte in fase di produzione.

e) Controsoffitti in pannelli metallici microforati - I pannelli saranno fabbricati in acciaio elettrolitico galvanizzato in conformità alla normativa EN 10152: 1994 Lo spessore del pannello sarà variabile a seconda del tipo di pannello e della dimensione (spessore minimo 0,5mm). La vernice applicata sarà in polveri di poliestere, con uno spessore minimo di 0,55μ. Il controsoffitto disegnato per installarsi su un'orditura di sostegno nascosta. Una volta installato, i pannelli avranno un'aspetto monolitico con un leggero smusso da 3mm. I pannelli saranno smontabili verso il basso con l'aiuto di un apposito attrezzo per la rimozione dei pannelli. Il velo acustico non tessuto, incollato a caldo nella parte interna del pannello, procura un buon livello di assorbimento e ottimizza le prestazioni di assorbimento acustico. Il prodotto potrà sopportare corpi illuminanti e diversi servizi. Il carico massimo ripartito su un pannello 600x600mm non dovrà superare i 3Kg/mq. Per evitare l'imbarco del prodotto si consiglia di rinforzare l'estradosso del pannello e di pendinare autonomamente tutti gli elementi di servizio.

f) Controsoffitti in pannelli metallici lisci - I pannelli saranno fabbricati in acciaio elettrolitico galvanizzato in conformità alla normativa EN 10152: 1994 Lo spessore del pannello sarà variabile a seconda del tipo di pannello e della dimensione (spessore minimo 0,5mm). La vernice applicata sarà in polveri di poliestere, con uno spessore minimo di 0,55μ. Il pannello di 3mm è disegnato per installarsi su un'orditura di sostegno nascosta. Una volta installato, i pannelli avranno un'aspetto monolitico con un leggero smusso da 3mm. I pannelli saranno smontabili verso il basso con l'aiuto di un apposito attrezzo per la rimozione dei pannelli. La superficie sarà liscia. Il prodotto potrà sopportare corpi illuminanti e diversi servizi. Il carico massimo ripartito su un pannello 600x600mm non dovrà superare i 3Kg/mq. Per evitare l'imbarco del prodotto si consiglia di rinforzare l'estradosso del pannello e di pendinare autonomamente tutti gli elementi di servizio.

g) Controsoffitti in pannelli di fibra minerale - Il controsoffitto sarà in conglomerato di fibre minerali con composti organici a debole bio persistenza come da direttiva europea 97/69/CE. Il controsoffitto consentirà l'integrazione di elementi tecnici (spot a bassa tensione, sprinklers, ecc...). La carica massima uniformemente ripartita su un pannello non dovrà superare 3Kg/m<sup>2</sup>. Il controsoffitto è un prodotto inerte e quindi, in condizioni di normale utilizzo, non determina lo sviluppo di microbi o muffe. Il pannello sarà garantito esente da eventuali imbarcamenti derivanti da difetti di fabbricazione o di qualità del materiale per 15 anni dalla data d'installazione del materiale.

## Coperture non ventilate

L'elemento di isolamento termico, in coperture non ventilate e salvo esigenze particolari, deve essere preferibilmente sempre posato al di sopra del supporto strutturale il più possibile verso l'esterno, per sfruttare l'inerzia termica della struttura e per trovarsi in condizioni favorevoli rispetto ai problemi di condensazione interstiziale del vapor acqueo.

Deve essere sempre garantita la microventilazione della superficie inferiore dell'elemento di tenuta (tegole, lastre, ecc.) e contemporaneamente è opportuno garantire una ventilazione della superficie esterna dell'isolante termico. Ciò si ottiene con l'uso di elementi distanziatori, generalmente listelli in legno, più alti dello spessore dell'isolante, che permettono il fissaggio della listellatura che sorregge le tegole o le lastre e lasciando uno spazio adeguato tra il listello e la superficie dell'isolante termico.

Nel caso in cui si disponga di uno strato impermeabile sotto l'elemento di tenuta, occorre garantire la microventilazione della superficie inferiore dei prodotti di tenuta e, se possibile, la ventilazione della superficie esterna dell'isolante: ciò può comportare una doppia orditura di listelli distanziatori sopra e sotto il telo impermeabile, con la creazione di una intercapedine ventilata, oppure occorrerà predisporre una barriera al vapore, sotto l'isolante termico, per evitare possibili fenomeni di condensazione dovuti alla presenza del telo impermeabile.

È preferibile che l'isolamento termico sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati, o da un solo strato con giunti ad incastro.

I prodotti dell'elemento termoisolante devono essere sensibili alle variazioni di temperatura e di umidità che si verificano sotto al manto per evitare deformazioni con la conseguente apertura dei giunti.

Se la listellatura viene posata direttamente sul pannello di isolamento termico (con semplice o doppia orditura ortogonale), è necessario che lo stesso sia rigido, permetta la chiodatura e abbia una sufficiente resistenza alla compressione.

I sistemi con lastre isolate a sandwich, se non ventilati, devono disporre di una efficace barriera al vapore dal lato caldo.

## Coperture ventilate

Al di sopra dell'ultimo solaio viene posto l'elemento isolante che dovrà avere una adeguata resistenza termica e potrà essere costituito da doppio strato di pannelli posati con giunti sfalsati o da un monostrato con giunti ad incastro. Sono da evitare i materiali isolanti leggeri sfusi o granulari quando possono essere rimossi dalle correnti d'aria. Se la zona del sottotetto è praticabile l'elemento termoisolante dovrà avere una resistenza a compressione adeguata oppure dovrà essere protetto o completato da uno strato di ripartizione dei carichi.

Si possono realizzare coperture ventilate anche mediante intercapedine a spessore costante lungo la falda. Lo spazio di ventilazione dovrà avere nel punto più basso dell'intercapedine o del sottotetto un'altezza minima di 10 cm. Sono comunque da preferire altezze maggiori (almeno 30 -60 cm). Tutto il volume d'aria dovrà essere ventilato con regolarità, senza zone morte, per mezzo di aperture generalmente poste in corrispondenza della gronda e del colmo. Le uscite dell'aria saranno comunque a livello più elevato di quelle d'entrata. Aperture laterali possono risultare dannose per un efficace tiraggio.

La sezione utile delle aperture nel caso di spazi da ventilare di ridotta altezza dovrà essere non minore di 1/500 della superficie della copertura.

Per falde di copertura molto estese occorre prevedere 100 cm<sup>2</sup> di aperture (in ingresso e altrettante in uscita) ogni m<sup>3</sup> di volume di sottotetto da ventilare. Nel caso che le falde siano realizzate con strutture in legno discontinue i giunti tra i prodotti costituenti l'elemento di tenuta possono contribuire alla ventilazione del sottotetto stesso (es: coperture in coppi di laterizio, ecc.).

Per la realizzazione delle aperture di ventilazione è possibile ricorrere ad appositi elementi speciali quali le tegole con aeratore, ecc., che vengono integrati con i prodotti costituenti l'elemento di tenuta. Tali prodotti devono però essere realizzati in modo da evitare infiltrazioni d'acqua (per pioggia di stravento) e intrusioni di animali.

Sono preferibili aperture continue (tipo feritoia) a quelle discontinue (fori distanziati). Le aperture dovranno avere un contatto diretto tra lo spazio ventilato e l'esterno e dovranno essere attrezzate con reti di protezione per evitare l'intrusione di animali (volatili, ecc.).

Nel caso che la ventilazione sia ottenuta mediante una intercapedine a spessore costante lungo la falda occorrerà verificare che non vi siano in essa strozzature causate da elementi strutturali, impianti, ecc.

Nel caso l'elemento inferiore (o la struttura inferiore dell'intercapedine) non garantisca la tenuta all'aria verso gli ambienti è possibile predisporre un apposito telo di tenuta. Se questo è disposto al di sopra dell'isolante termico occorre predisporre una barriera al vapore prima dell'isolante, verso il lato caldo.

Occorre evitare in ogni caso la comunicazione tra locale abitato e intercapedine: ciò potrebbe portare a infiltrazioni di vapore d'acqua dovute a depressioni o sovrappressioni del vento.

#### Coperture praticabili (coperture a terrazzo) e non praticabili non ventilate

Il solaio di copertura dell'ultimo piano a terrazzo sarà eseguito in piano, mentre le pendenze da darsi al terrazzo, non inferiori al 3% verso i punti di raccolta delle acque meteoriche (1,5-2% nel caso di coperture praticabili) saranno raggiunte mediante inclinazione del lastrico di copertura da eseguirsi in smalto, gretonato e comunque con materiali aventi le stesse caratteristiche del solaio.

Strati di pendenza realizzati con massetti in calcestruzzo alleggerito, di supporto ad una barriera al vapore, si comportano come un ulteriore strato di isolamento e possono dare origine a condensazione. Lo strato di protezione in ghiaia è applicabile su pendenze non superiori al 9%.

L'elemento di supporto deve essere in grado di accogliere gli elementi di isolamento e di tenuta, cioè deve essere piano o con eventuale strato di regolarizzazione, secco, senza tracce di olii, pitture o elementi che possano produrre danni agli strati superiori o limitare l'eventuale adesione richiesta.

L'elemento di isolamento termico deve essere preferibilmente sempre posto al di sopra del supporto strutturale. Al di sotto dell'elemento isolante andrà posta una barriera al vapore. I materiali isolanti posti sulle coperture praticabili devono poter sopportare sovraccarichi notevoli. Perciò andrà rivolta particolare cura nel caso di adozione di quadrotti prefabbricati di grandi dimensioni posati su supporti o in presenza di carichi concentrati (fioriere, ecc.). La resistenza minima a compressione dei materiali isolanti dovrà essere superiore a 20 N/cm<sup>3</sup> al 10% di deformazione.

È preferibile che l'elemento isolante sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati o da un solo strato ad incastro.

La massima attenzione va rivolta agli effetti provocati dai prodotti o tecniche di incollaggio degli elementi di tenuta dell'elemento isolante che può venire deformato o alterato da particolari sostanze chimiche o dalla temperatura sviluppata durante l'incollaggio a caldo o la saldatura delle membrane.

È da evitare il ristagno di umidità tra l'elemento di tenuta e l'elemento isolante e lo strato di barriera al vapore. I materiali isolanti andranno protetti dall'umidità prima e durante le operazioni di posa in opera.

L'incollaggio dell'elemento di tenuta sull'elemento isolante va effettuato per punti o per linee continue, quando non sia previsto uno strato di scorrimento. Eventuali ispessimenti dell'elemento di tenuta in corrispondenza di raccordi, camini, bocchettoni di scolo delle acque, ecc., richiedono speciali conformazioni di supporto in modo da evitare il ristagno d'acqua. Nel caso di impiego di elementi di tenuta bituminosi, le sovrapposizioni dei giunti devono avere una larghezza minima di 10 cm. Nel caso di manto pluristrato gli strati devono essere incollati tra loro su tutta la superficie.

L'incollaggio a caldo deve essere realizzato con tempo secco e temperatura esterna non inferiore a 5°C. Gli strati possono essere messi in opera per teli paralleli o a teli incrociati (per membrane anisotrope) avendo cura di sfalsare i giunti di due strati paralleli successivi.

Gli strati di tenuta devono essere perfettamente integri, soprattutto in prossimità di raccordi, giunti o cambiamenti di direzione dello strato.

Il raccordo dell'elemento di tenuta e della barriera al vapore con le superfici verticali o in corrispondenza del bordo del tetto deve essere di altezza superiore a quella massima prevedibilmente raggiungibile dall'acqua (e comunque minimo 15 cm a partire dal livello finito della copertura o maggiore nel caso di precipitazioni abbondanti, neve o venti forti).

Lo strato di barriera al vapore deve essere solidale con lo strato di supporto ed essere messo in opera contemporaneamente allo strato isolante e congiunto perimetralmente con l'elemento di tenuta. È raccomandabile l'adozione di sistemi di raccordo dotati di giunti di dilatazione.

La parte di raccordo verticale dell'elemento di tenuta va protetta, soprattutto in corrispondenza dell'attacco al supporto, da elementi che deviino il flusso dell'acqua. Anche per tali strati di protezione è raccomandabile l'inserimento di giunti di dilatazione. Il fissaggio dello strato di tenuta va effettuato con dispositivi distanziati con regolarità.

Il collegamento tra la superficie verticale e quella orizzontale di supporto dell'elemento di tenuta non deve presentare spigoli vivi, ma deve essere accompagnato da spessori inclinati realizzati dall'elemento isolante o da altri dispositivi aventi comunque superficie regolare.

Lo strato di separazione, quando praticabile, non deve essere solidale con lo strato di tenuta per non trasmettergli dilatazioni termiche: vanno quindi previsti degli strati di scorrimento.

Prima di uno strato di protezione in ghiaia deve essere previsto uno strato di separazione in tessuto non tessuto. La ghiaia per realizzare lo strato di protezione deve avere granulometria 16-32 mm e non essere di frantoio.

Gli strati di protezione praticabili continui (massetti, pavimenti su massetto) devono essere frazionati in elementi di lunghezza non superiore a 1,5 m ed essere staccati dalle superfici

verticali (muretti, camini, bordi) da opportuni giunti sul perimetro. La separazione dovrà raggiungere lo strato d'indipendenza ed essere eventualmente sigillata con materiali elastici imputrescibili.

Gli strati di protezione praticabile realizzati con massetti o pavimentazioni su massetto dovranno avere uno spessore minimo di 5 cm, eventualmente armato con rete elettrosaldata di ripartizione nel caso di notevoli carichi statici.

Gli sfoghi dell'acqua meteorica, così come i canali devono essere distanziati dalle superfici verticali o altre emergenze di almeno un metro, per evitare che l'accumulo di depositi dovuto dal vento li possa ostruire e permettere inoltre un adeguato raccordo dell'elemento di tenuta. I dispositivi di evacuazione delle acque devono essere collegati completamente all'elemento di tenuta mediante materiali estensibili, incollandoli sull'elemento di tenuta solo sulla parte esterna.

In corrispondenza delle soglie di porte e porte finestre su coperture praticabili, l'elemento di tenuta dovrà avere un'altezza tale da impedire l'ingresso dell'acqua nella peggiore delle situazioni prevedibili. Nel caso non sia possibile ricavare soglie (passaggio di carrozzine, ecc.) dovrà essere previsto l'arretramento della porta e il collegamento con il piano della copertura mediante una rampa. L'altezza delle soglie dipenderà dallo spessore degli strati posti sulla copertura.

Nel caso di fioriere situate al bordo delle coperture (terrazze, logge) esse devono essere impermeabilizzate in modo durevole, oppure va previsto che l'elemento di tenuta prosegua al di sotto di esse, prevedendone la loro possibile amovibilità.

#### Coperture piane ventilate

Al di sopra del solaio inferiore andrà posto un elemento isolante avente resistenza termica non inferiore a  $1,5 \text{ mq h } ^\circ \text{ C/Kcal}$  a doppio strato con giunti sfalsati o monostrato con giunti ad incastro. Sono da evitare materiali leggeri sfusi quando possono essere rimossi dalle correnti d'aria.

Lo spazio di ventilazione dovrà avere, nel punto più basso dell'intercapedine, un'altezza minima pari a 10 cm. pendenze massime di circa il 9% (pendenza massima per la collocazione di uno strato di protezione in ghiaia). Sono preferibili le aperture continue (fessure, feritoie) a quelle discontinue (fori, aperture distanziate). Le aperture dovranno permettere un contatto diretto tra lo spazio ventilato e l'esterno, e dovranno essere attrezzate con reti di protezione antintrusione.

Quando il supporto dell'elemento di tenuta è realizzato con elementi di grande dimensione, in corrispondenza delle giunzioni di detti elementi, l'elemento di tenuta non andrà incollato.

Il supporto dell'elemento di tenuta andrà sempre realizzato con materiali resistenti all'umidità (ad esempio pannelli in fibre di legno mineralizzato o tavelle). Sopra tale lastrico verrà eseguita una spianata di malta idraulica dello spessore di 2 cm (camicia di calce) e quindi la spianata di asfalto, che sarà data in due strati successivi dello spessore ciascuno di 8 mm, dati l'uno in senso normale all'altro, e ciò allo scopo di evitare ogni infiltrazione d'acqua.

Anche le pareti perimetrali del terrazzo verranno protette, nella parte inferiore, previamente preparate con intonaco grezzo, mediante un'applicazione verticale di asfalto

dello spessore di 8 mm e dell'altezza non inferiore a 20 cm, raccordata opportunamente con gli strati suddetti.

Sulla spianata di asfalto sarà poi applicata direttamente (senza massetto) la pavimentazione.

## **28.4 Partizioni interne**

### ***28.4.1 Partizione interna verticale***

Lastre di gesso rinforzato

Prima di iniziare le operazioni di posa della struttura è necessario procedere al tracciamento, individuando le superfici delle varie parti dell'edificio alle quali la tramezzatura dovrà raccordarsi. Le canalizzazioni relative agli impianti devono di preferenza essere posate prima del montaggio della struttura.

La guida deve essere fissata al suolo mediante fissaggio meccanico, ogni 50-60 cm, o di incollaggio con adesivi poliuretani a due componenti da miscelare o adesivi in solvente a base di elastomeri. Nel caso di posa su solette al rustico è opportuno interporre tra la guida e la soletta, una striscia di membrana bituminosa o sintetica di larghezza sufficiente per superare, dopo la piega di risvolto, il livello del pavimento finito di circa 2 cm. Ciò ai fini della protezione da infiltrazioni di acqua durante la posa dei pavimenti.

La posa della guida superiore avviene in modo analogo a quello previsto per la guida superiore.

In corrispondenza di vani delle porte, la guida deve essere interrotta a meno che non sia previsto che essa contorni tutto il vano. Le guide devono essere in questo caso tagliate in modo tale da prevedere una eccedenza di 15-20 cm rispetto all'ultimo punto di fissaggio.

I montanti vengono tagliati con lunghezze inferiori di 1 cm a quella esistente fra guida superiore ed inferiore e vengono posizionati in modo tale che la loro apertura sia disposta nel senso di posa delle lastre ed il loro interasse sia compreso fra 40 e 60 cm. L'asolatura per agevolare il passaggio di eventuali cavi deve essere praticata nella loro parte inferiore; solo in corrispondenza dei vani porta essi devono venire capovolti per avere l'asolatura in alto.

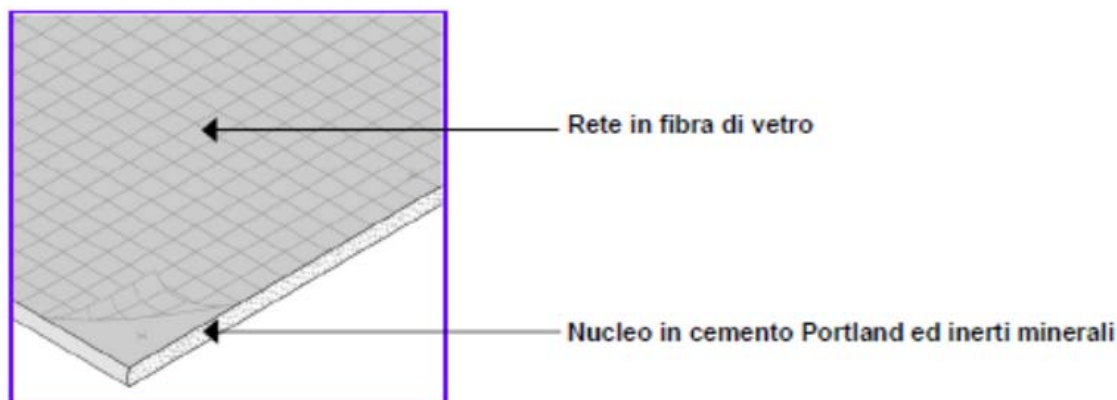
Le lastre devono essere posizionate a giunti sfalsati ed in modo tale da lasciare alla base una distanza di circa 1 cm. Il loro fissaggio all'orditura avviene mediante viti autofilettanti in ragione di una ogni 25-30 cm in verticale ed i giunti fra le lastre adiacenti vengono in seguito trattati procedendo al riempimento dell'assottigliamento dopo aver applicato, con adesivo a base di gesso, uno speciale nastro di armatura.

### ***28.4.2 Pareti divisorie a secco interne ed esterne tipologia knauf aquapanel outdoor e indoor o prodotti equivalenti rtizione interna verticale***

#### ***28.4.2.1 Introduzione***

La lastra AQUAPANEL® è composta da inerti e cemento Portland, armata con rete in

fibra di vetro sulle superfici, 100% minerale.



AQUAPANEL OUTDOOR per tamponature esterne: AQUAPANEL® Outdoor rappresenta l'alternativa al tradizionale sistema costruttivo in muratura, così oneroso in quanto a tempi d'esecuzione. AQUAPANEL® Outdoor è un materiale robusto, stabile e resistente all'acqua, indicato per la realizzazione di facciate e pareti di tamponamento a secco ad elevate prestazioni di isolamento termico ed acustico, cappotti prestazionali, controsoffitti esterni, rivestimento di impianti tecnici esterni.

Il sistema può essere impiegato per superfici planari o curve.

La lastra presenta una densità di 1150 Kg/m<sup>3</sup>, ed elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua.

Le lastre devono essere orientate orizzontalmente ovvero trasversalmente ai montanti C verticali, ed avvitate all'orditura metallica con speciali viti AQUAPANEL® Maxi Screws - altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm. Nella posa delle lastre AQUAPANEL® Outdoor è necessario lasciare una distanza di 3÷4 mm tra una lastra e l'altra, lungo i bordi longitudinali (lato lungo).

Questo accorgimento è di fondamentale importanza perché consente allo stucco che verrà applicato sui giunti di penetrare in quantità fino sul retro della superficie e di garantire pertanto l'adeguata resistenza meccanica. Una applicazione che non tenga conto del distanziamento tra i giunti è da considerare errata e rischia di causare fessurazioni lungo le giunzioni stesse. Questo accorgimento non è richiesto per i bordi trasversali (lato corto), dove le lastre devono essere accostate.

Le orditure Knauf sono prodotte secondo i più alti standard di qualità, con materie prime selezionate. Le orditure Knauf MgZ® (Magizink), per realizzare pareti e controsoffitti in esterno o in ambienti particolarmente umidi, sono rivestite con immersione a caldo in lega di magnesio, alluminio e zinco (MgZ®), che conferisce maggiore resistenza alla corrosione di alluminio più diffuse. Dal 01.12.05 tutti i profili Knauf sono inoltre marcati CE, in quanto prodotti in conformità alla norma europea EN 14195.

Tra l'orditura e la lastra Aquapanel è interposto il Tessuto Tyvek Stuccowrap, come barriera all'acqua, traspirante al vapore dall'interno verso l'esterno. Il Tyvek è posto trasversalmente alle orditure metalliche in corrispondenza del piano di posa delle lastre Knauf Aquapanel Outdoor, prima della messa in opera delle stesse. Il tessuto Tyvek viene fissato sull'ala del profilo metallico mediante l'impiego di nastro biadesivo,

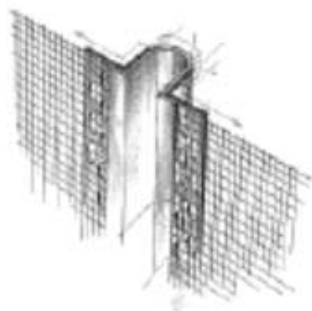


sovrapponendo i successivi strati di almeno 150 mm, partendo dal basso verso l'alto, e risvoltando i lembi in orizzontale verso l'interno di almeno 200 mm, in corrispondenza delle aperture sulle pareti. La posa in opera del Tyvek avviene in modo che la marcatura sia visibile sul lato esterno. Relativamente alle aperture e ai vani finestre, questi saranno riquadrati nel loro imbotte con lastra Aquapanel, previa stesura e risvolto laterale interno della parete, del tessuto Tyvek.

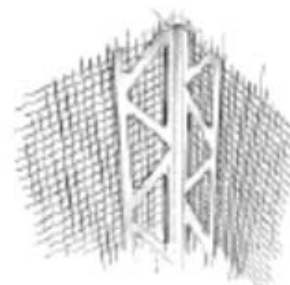
Per la stuccatura dei giunti si utilizza uno speciale stucco a base cementizia, Aquapanel Exterior Basecoat, armando i giunti tra le lastre con il nastro in rete in fibra di vetro a maglia quadrata, Aquapanel Exterior Reinforcing Tape, resistente agli alcali, di larghezza 33 cm. La stuccatura dei giunti orizzontali tra le lastre – con bordo arrotondato – deve penetrare abbondantemente in tutto lo spessore delle lastre, fino a raggiungere il fondo del lembo posteriore della lastra.

Alla fase di stuccatura segue la rasatura dell'intera superficie eseguita con lo stesso stucco Aquapanel Exterior Basecoat, per uno spessore pari a circa 7 mm, e rinforzata con la rete in fibra di vetro resistente agli alcali Aquapanel Exterior Reinforcing Mesh.

Si ricorda che è necessario prevedere sin nella fase di progettazione, la presenza giunti di dilatazione di circa 15 mm di larghezza, successivamente posti in opera ogni 12 m di lunghezza e/o altezza delle facciate in Aquapanel, al fine di permetterne la libera dilatazione. In funzione dello sviluppo delle facciate e della presenza delle aperture, il posizionamento e la distanza tra i giunti può subire delle modifiche che dovranno comunque essere concordate a seconda dei casi specifici. I giunti di dilatazione saranno realizzati mediante l'interruzione della struttura metallica, sia delle guide U che dei profili C, e delle lastre Aquapanel di rivestimento, la cui sigillatura sarà garantita mediante l'apposito giunto in PVC ad anima elastica del Sistema Knauf-USG. Si ricorda di garantire sempre la continuità del Tessuto Tyvek dietro al coprigiunto.



Coprigiunto



Paraspigolo in PVC

Tutti gli spigoli liberi, saranno protetti da speciale Paraspigolo in PVC del Sistema Aquapanel, opportunamente posato in opera tra le 2 stesure di rasatura della superficie.

AQUAPANEL INDOOR per interni: Il sistema AQUAPANEL® Indoor rappresenta la soluzione a secco per ambienti soggetti ad elevata umidità, dove non è possibile l'impiego del sistema Knauf con lastre di cartongesso. AQUAPANEL® Indoor è un materiale robusto, stabile e resistente all'acqua, indicato per la realizzazione di pareti o contropareti, a secco ad elevate prestazioni di isolamento termico ed acustico, cappotti prestazionali, controsoffitti, rivestimento di impianti tecnici.

Il sistema può essere impiegato per superfici planari o curve.

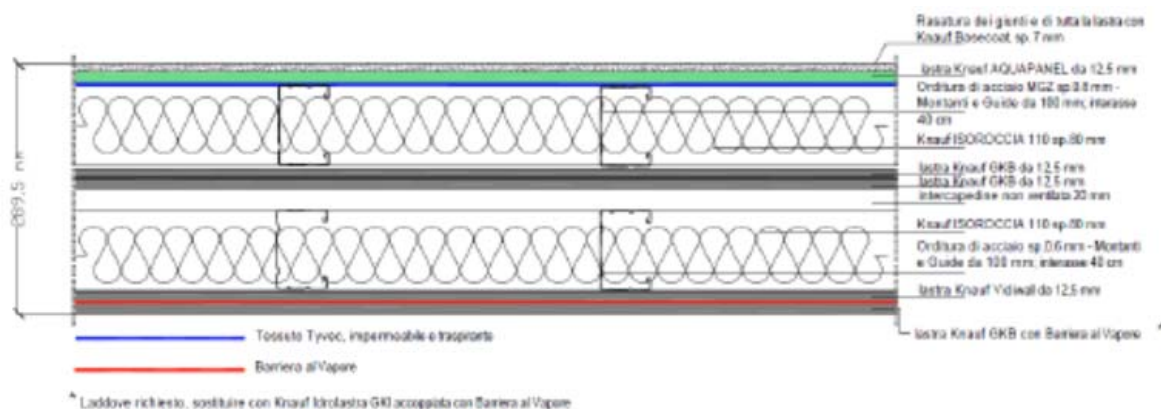
La lastra presenta una densità di 1050 Kg/m<sup>3</sup>, ed elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua.

Le lastre devono essere orientate orizzontalmente ovvero trasversalmente ai montanti C verticali, ed avvitate all'orditura metallica con speciali viti AQUAPANEL® Maxi Screws - altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm, 150 mm nei controsoffitti. Per la posa delle lastre AQUAPANEL® Indoor è necessario applicare il collante adesivo Aquapanel® Joint Adhesive (PU) che verrà applicato nei giunti al fine di penetrare in quantità fino sul retro della superficie e di garantire pertanto l'adeguata resistenza meccanica e sigillatura.

Questa operazione deve essere eseguita prima della posa in opera della lastra successiva. Ad essiccazione avvenuta il collante in eccesso dovrà essere rimosso con una spatola metallica. I giunti delle lastre tra pavimento, pareti e soffitto, richiedono un sigillante elastico permanente nelle zone asciutte.

#### 28.4.2.2 Tamponatura esterna con Sistema Knauf Aquapane

W388 - Tamponamento ad orditura metallica e rivestimento in lastre Knauf AQUAPANEL® in esterno e lastre in gesso rivestito all'interno con doppio isolante in Lana Minerale, con potere fonoisolante Rw=66dB (1).



Fornitura e posa in opera di parete di tamponamento ad orditura metallica e rivestimento in lastre Knauf Aquapanel® Outdoor, dello spessore totale di 289,5 mm e di altezza massima pari a 3,50 m, caratterizzata da una trasmittanza termica U pari a 0,180 W/m<sup>2</sup>K e da una trasmittanza termica periodica pari a 0,067 W/m<sup>2</sup>K.

L'orditura metallica sarà realizzata in doppia fila parallela e disposta come segue:

Sul paramento esterno della parete, con profili in acciaio rivestito con lega di zinco, magnesio e alluminio (UNI EN 10215) Knauf MgZ®, resistenti alla corrosione, marcati CE (UNI EN 14195), realizzati secondo il sistema qualità UNI EN ISO 9001-2000, e, delle dimensioni di :

- guide U 40x100x40 mm, spessore 0.8 mm;
- montanti C 50x100x50 mm, spessore 0.8 mm posti ad interasse di 400mm ed
- isolata dalle strutture perimetrali con banda isolante a taglio termico.

Sul paramento interno con profili Knauf in acciaio zincato tipo DX 51 D + Z – M/N-A-C in conformità alla norma UNI EN 10346, prodotti secondo la norma UNI EN 14195, delle dimensioni di:

- guide U 40x100x40 mm, spessore 0.6 mm;
- montanti C 50x100x50 mm, spessore 0.6 mm, posti ad interasse di 400 mm ed isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.

La fornitura sarà comprensiva del tessuto Aquapanel® Tyvek® StuccoWrap™, qualebarriera all'acqua ma traspirante al vapore, da interporre tra la struttura metallica delparamento esterno e le lastre Knauf Aquapanel® Outdoor.

Il rivestimento esterno sarà realizzato con singolo strato di lastre in cemento fibrorinforzato Knauf Aquapanel® Outdoor, dello spessore di 12,5 mm, ad elevata resistenza meccanica (resistenza a flessione 9,6 MPa, modulo elastico  $E > 4000 \text{ N/mm}^2$ , resistenza alla trazione perpendicolare al piano della lastra 0,65 N/mm<sup>2</sup> - EN 319, resistenza al taglio 607 N), fattore di resistenza al passaggio del vapore  $\mu$  66, ad elevata stabilità, costituite da inerti minerali, leganti cementizi esenti da gesso, magnesio ed espansi plastici, rinforzate con rete in fibra di vetro disposta sulle due facce e sui bordi longitudinali secondo la tecnologia EasyEdgetm, aventi densità a secco pari a circa 1150 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica 0,35 W/mK, in classe di reazione al fuoco A1 (incombustibili secondo EN 13501), pH = 12, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, marcate CE (ETA 07/0173).

Le lastre Aquapanel® saranno avvitate all'orditura metallica con viti Aquapanel® Maxi Screws (alta resistenza alla corrosione - categoria C4 EN ISO 12944).

Il rivestimento interno sarà realizzato con singolo strato di lastre in gesso rivestito e gessofibra Knauf, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim:

I° strato: lastre in gessofibra Knauf Vidiwall XL dello spessore di 12,5 mm, ad elevata durezza superficiale e resistenza meccanica, marcate CE (EN 15283-2), densità grezza pari a circa 1050 kg/m<sup>3</sup>, in classe A2-s1,d0 di reazione al fuoco,  $\mu$  18,  $\lambda$  0,29 W/mK, avvitate all'orditura metallica con viti Vidiwall poste ad interasse non superiore ai 750 mm;

II° strato a vista: lastre in gesso rivestito Knauf GKB+B.V., dello spessore di 12,5 mm, accoppiate con barriera al vapore in lamina di alluminio spessore 15 $\mu$ , marcate CE (EN14190), in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0,  $\mu$  3700,  $\lambda$  0,20 W/mK, avvitate all'orditura metallica con viti autopercoranti fosfatate poste ad interasse non superiore ai 250 mm. Laddove richiesto dal progetto, questo strato potrà essere sostituito con lastra del tipo Knauf Idrolastra GKI accoppiata con barriera al vapore in lamina di alluminio spessore 15 $\mu$ , nei tratti di tamponatura il cui lato interno affaccia verso locali quali cucina e servizio igienico.

Tra le due orditure sarà interposto un ulteriore doppio strato di lastra Knauf GKB.

da 2x12,5 mm di spessore, che sarà avvitata con viti autopercoranti fosfatate sul lato interno al montante dell'orditura esterna.

In ciascuna fila di orditure metalliche, tra i montanti, sarà inserito un materassino isolante in lana minerale Knauf Isoroccia 110 a norma UNI EN 13162, dello spessore pari a 80 e densità 110 kg/m<sup>3</sup>, in classe A1 di reazione al fuoco,  $\mu$  1,  $\lambda$  0,035 W/mK.

La fornitura in opera sarà comprensiva di:

- stuccatura degli angoli e delle teste delle viti Aquapanel® Maxi Screws, nonché della stuccatura dello strato interno di lastre in gesso rivestito e gesso fibra, con qualità di finitura Q2;
- stuccatura dei giunti delle lastre Aquapanel® Outdoor con stucco Aquapanel® Exterior Basecoat e nastro in rete in fibra di vetro Aquapanel® Exterior Reinforcing Tape, resistente agli alcali, alta 200 mm con peso di 160 g/m<sup>2</sup> e maglia di 4x4 mm con resistenza alla trazione in entrambe le direzioni  $\geq 1500$  N/5cm, in modo da ottenere una superficie pronta per la successiva rasatura.

Rasatura di tutta la superficie esterna eseguita per uno spessore pari 7 mm con stucco Aquapanel® Exterior Basecoat rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali Aquapanel® Exterior Reinforcing Mesh, alta 1100 mm, con peso di 205 g/m<sup>2</sup> e maglia di 6x6 mm, con una resistenza alla trazione in entrambe le direzioni  $\geq 2200$  N/5cm, per ottenere una superficie liscia, pronta per la finitura con intonachino/pittura.

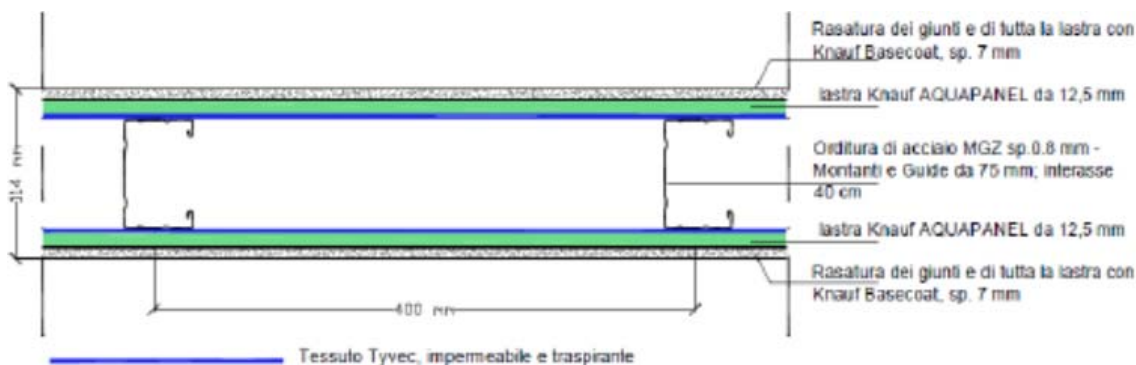
Le modalità per la messa in opera saranno conformi alle prescrizioni del produttore. (1)  
Vedi Rapporto di Prova n.AC3-D2-05-XXIV

#### **28.4.2.3 Parete divisoria esterno-ingresso, W111 realizzata con rivestimento in lastre Aquapanel Outdoor amponentura esterna con Sistema Knauf Aquapane**

Fornitura e posa in opera divisorio a secco, ad orditura metallica e rivestimento in lastre Knauf Aquapanel® Outdoor, dello spessore totale di 114 mm (struttura, lastre e rasatura 7 mm), altezza massima m 3.50.

La parete sarà realizzata con profili in acciaio rivestito con lega di zinco, magnesio e alluminio (UNI EN 10215) Knauf MgZ®, resistenti alla corrosione, marcati CE (UNI EN 14195), realizzati secondo il sistema qualità UNI EN ISO 9001-2000, e, delle dimensioni di:

- guide U 40x75x40 mm, spessore 0.8 mm;
- montanti C 50x75x50 mm, spessore 0.8 mm posti ad interasse di 400mm ed isolata dalle strutture perimetrali con banda isolante a taglio termico.



La fornitura sarà comprensiva del tessuto Aquapanel® Tyvek® StuccoWrap™, quale barriera all'acqua ma traspirante al vapore, da interporre tra la struttura metallica del paramento esterno e le lastre Knauf Aquapanel® Outdoor.

Il rivestimento sarà realizzato per ciascun lato della parete, con singolo strato di lastre in cemento fibrorinforzato Knauf Aquapanel® Outdoor, dello spessore di 12,5 mm, ad elevata resistenza meccanica (resistenza a flessione 9,6 MPa, modulo elastico  $E > 4000$  N/mm<sup>2</sup>, resistenza alla trazione perpendicolare al piano della lastra 0,65 N/mm<sup>2</sup> - EN 319, resistenza al taglio 607 N), fattore di resistenza al passaggio del vapore  $\mu$  66, ad elevata stabilità, costituite da inerti minerali, leganti cementizi esenti da gesso, magnesio ed espansi plastici, rinforzate con rete in fibra di vetro disposta sulle due facce e sui bordi longitudinali secondo la tecnologia EasyEdgetm, aventi densità a secco pari a circa 1150 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica 0,35 W/mK, in classe di reazione al fuoco A1 (incombustibili secondo EN 13501), pH = 12, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, marcate CE (ETA 07/0173).

Le lastre Aquapanel® saranno avvitate all'orditura metallica con viti Aquapanel® Maxi Screws (alta resistenza alla corrosione - categoria C4 EN ISO 12944).

La fornitura in opera sarà comprensiva di:

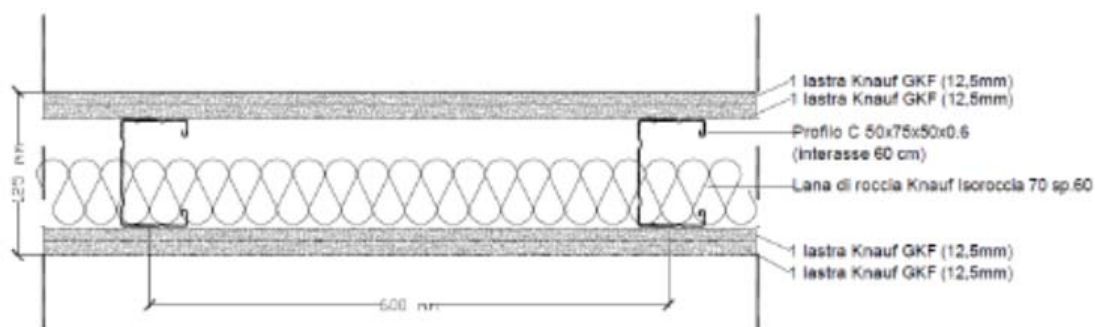
- su tutti i lati, stuccatura degli angoli e delle teste delle viti Aquapanel® Maxi Screws,
- su tutti i lati, stuccatura dei giunti delle lastre Aquapanel® Outdoor con stucco Aquapanel® Exterior Basecoat e nastro in rete in fibra di vetro Aquapanel® Exterior Reinforcing Tape, resistente agli alcali, alta 200 mm con peso di 160 g/m<sup>2</sup> e maglia di 4x4 mm con resistenza alla trazione in entrambe le direzioni = 1500 N/5cm, in modo da ottenere una superficie pronta per la successiva rasatura.
- su tutti i lati, sarà prevista la rasatura di tutta la superficie esterna eseguita per uno spessore pari 7 mm con stucco Aquapanel® Exterior Basecoat rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali Aquapanel® Exterior Reinforcing Mesh, alta 1100 mm, con peso di 205 g/m<sup>2</sup> e maglia di 6x6 mm, con una resistenza alla trazione in entrambe le direzioni = 2200 N/5cm, per ottenere una superficie liscia, pronta per la finitura con intonachino/pittura.

Tutti gli spigoli liberi, saranno protetti da speciale Paraspigolo in PVC del Sistema Aquapanel, opportunamente posato in opera tra le 2 stesure di rasatura della superficie.

Al fine della posa in opera del Sistema Knauf Aquapanel, si specifica che le guide perimetrali dell'orditura metallica Knauf MgZ, qualora non presenti solai o strutture di fissaggio, queste ultime dovranno essere fissate ad elementi di struttura metallica realizzati ad "hoc" e non di fornitura Knauf, atti a garantirne la stabilità su ciascun lato del perimetro, nonché all'attacco alla base ed all'attacco di testa dell'elemento divisorio sottobalcone.

#### ***28.4.2.4 Parete divisoria con caratteristica di resistenza al fuoco E.I.120 (I)***

Parete spessore 125 mm; orditura singola e rivestimento: n.2 lastre GKF da 12,5 mm per lato.



Fornitura e posa in opera di parete divisoria interna ad orditura metallica singola, rivestimento in lastre di gesso rivestito Knauf, dello spessore totale di 150 mm ed altezza di m 3,50.

L'orditura metallica verrà realizzata con profili Knauf in acciaio zincato con classificazione di 1° scelta, a norma UNI EN 10327-10326, delle dimensioni di:

- guide a "U" 40x75x40 mm, spessore 0,6 mm per parete con altezza pari a m 3,50.
- montanti a "C" 50x75x50 mm spessore 0,6 mm, singoli e posti ad interasse non superiore a 600 mm isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo Knauf con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.

I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI-EN-ISO9001-2000.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre in gesso rivestito, marcate CE a norma EN520 e conformi alla DIN 18180:

in lastre Knauf GKF (F) di spessore ciascuna di 12,5 mm, in classe di reazione al fuoco A2 s1 d0, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, avvitate all'orditura metallica con viti autoperforanti fosfatate.

Nell'intercapedine tra le orditure, sarà inserito un materassino di lana di roccia Knauf Isoroccia 70 di spessore 60 mm e densità di 40 Kg/m<sup>3</sup>.

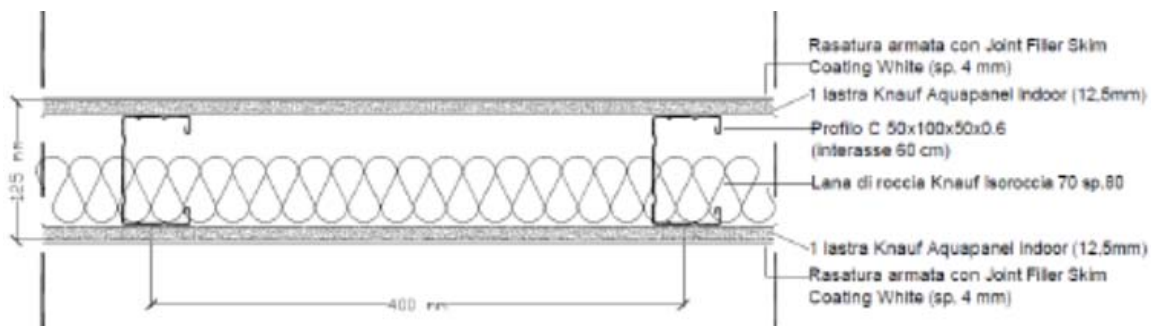
La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura armata dei giunti con stucco a base gesso Knauf e nastro carta microforato, della stuccatura degli angoli e delle teste delle viti, con stucco a base gesso Knauf, in modo da ottenere una superficie con qualità di finitura Q2.

Le modalità per la messa in opera saranno conformi alla norma UNI 11424 e alle prescrizioni del produttore.

(1) Rapporto di prova n. 277459/3262FR rilasciato da Istituto Giordano in data 28/12/2010.

### 28.4.2.5 Parete divisoria Knauf W111 con rivestimento in singolo strato di Lastre Aquapanel Indoor

Parete spessore 125 mm; orditura singola e rivestimento: n.1 lastre per lato Knauf Aquapanel Indoor da 12,5 mm.



Fornitura e posa in opera di parete interna ad orditura metallica e rivestimento in lastre di cemento rinforzato Knauf Aquapanel® Indoor.

L'orditura metallica sarà realizzata in con profili in acciaio rivestito con lega di zinco, magnesio e alluminio (UNI EN 10215) Knauf MgZ®, resistenti alla corrosione, marcati CE (UNI EN 14195), realizzati secondo il sistema qualità UNI EN ISO 9001-2000, e, delle dimensioni di :

- guide U40/100/40 mm, sp. 0,6 mm
- montanti C 50/100/50 mm, spessore 0,6 mm, singoli e posti ad interasse non superiore a 400 mm.

I profili saranno conformi alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito” con attestato di conformità CE, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema di qualità UNI-EN-ISO 9001-2000, con produzione certificata da ICMQ.

Il rivestimento dell'orditura sarà realizzato con un singolo strato di lastre in cemento rinforzato Knauf Aquapanel® Indoor, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua, (resistenza a trazione ortogonale al piano delle lastre 0,49 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a flessione 8,75 MPa e modulo elastico E>3500 N/mm<sup>2</sup>), costituite da inerti minerali, leganti cementizi e rinforzate con due reti in fibra di vetro sulle due facce, con densità a secco pari a 1050 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica 0,35 W/mK, prive di elementi combustibili, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, con marchio CE a norma ETA 07/0173, dello spessore di mm 12.5.

Le lastre saranno orientate orizzontalmente ed avvitate a giunti sfalsati all'orditura metallica con speciali viti AQUAPANEL® Maxi Screws - altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm.

Nell'intercapedine potrà essere inserito un materassino di materiale isolante di tipo Knauf Isoroccia70 sp. 80 mm.

La sigillatura dei giunti tra le lastre verrà realizzata mediante posa del collante poliuretano Aquapanel Joint Adhesive (PU). Il collante dovrà essere steso in un cordone continuo lungo i bordi della lastra previa pulizia degli stessi.

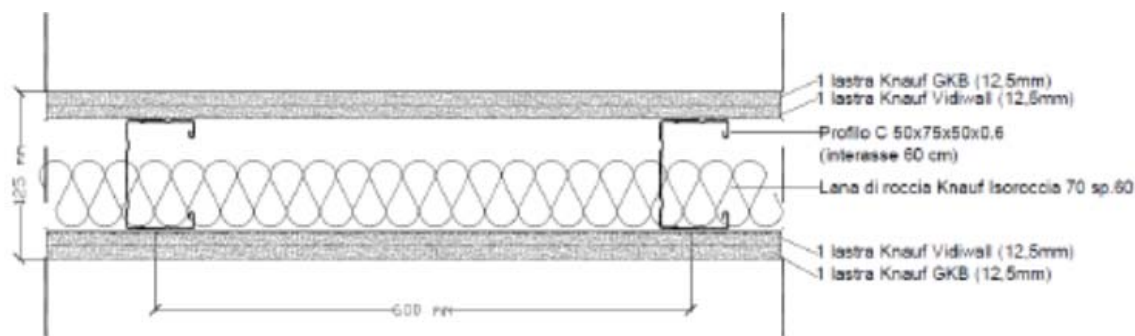
Successiva rasatura di tutta la superficie eseguita per uno spessore medio di 4 mm con stucco "Aquapanel® Joint Filler and Skim Coating-White", rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali "Aquapanel® Reinforcing Mesh", per ottenere una superficie liscia, pronta per la finitura con intonachino/pittura. Per ottenere una superficie di finitura ulteriormente liscia rasare con un ulteriore strato sottile di "Aquapanel® Joint Filler and Skim Coating-White". Per la successiva tinteggiatura si possono utilizzare la maggior parte delle comuni pitture, comprese le emulsioni a base acquosa, pitture a smalto opaco, colori alle resine polimeriche e pitture a smalto e pitture a smalto epossidiche. Per conferme d'impiego si prega di far riferimento alle istruzioni del produttore della pittura.

Ciclo di lavorazione Aquapanel Indoor per applicazione di rivestimenti ceramici: lo stesso rivestimento sarà applicato direttamente sulle lastre, dopo la posa di idoneo primer per interni Aquapanel Interior Primer. Le modalità per la messa in opera del rivestimento e del tipo di collante saranno conformi alle prescrizioni del produttore dei rispettivi materiali.

La scelta del tipo di collante per il fissaggio del rivestimento ceramico sarà a carico del produttore del collante stesso, e di tipo compatibile al supporto Knauf.

#### **28.4.2.6 W312 Parete divisoria con doppio strato di lastre per lato, rivestimento: lastra Knauf Vidiwall sp.12,5 mm, lastra Knauf GKB sp. 12,5mm**

Fornitura e posa in opera di parete divisoria interna ad orditura metallica doppia, rivestimento in lastre di gesso rivestito Knauf, dello spessore totale di 125 mm con caratteristiche di fonoisolamento  $R_w$  56dB (1), altezza m 3,50.



L'orditura metallica verrà realizzata con profili Knauf in acciaio zincato con classificazione di 1° scelta, a norma UNI EN 10327-10326, delle dimensioni di:

- guide a "U" 40x75x40 mm, spessore 0,6 mm
- montanti a "C" 50x75x50 mm spessore 0,6 mm, singoli e posti ad interasse non superiore a 600 mm isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo Knauf con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.



I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante “Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito”, in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI-EN-ISO9001-2000.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre in gesso rivestito, marcate CE a norma EN520 e conformi alla DIN 18180:

1° strato: lastre in gessofibra Knauf Vidiwall XL 4VT dello spessore di 12,5 mm, ad elevata durezza superficiale e resistenza meccanica, marcate CE (EN 15283-2), densità grezza pari a circa 1050 kg/m<sup>3</sup>, in classe A2-s1,d0 di reazione al fuoco,  $\mu$  18 ,  $\lambda$  0,29 W/mK ,avvitate all'orditura metallica con viti Vidiwall poste ad interasse non superiore ai 750 mm;

2° strato a vista: lastre in gesso rivestito Knauf GKB, dello spessore di 12.5 mm, in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0,  $\mu$  3700 , avvitate all'orditura metallica con viti autopercoranti fosfatate poste ad interasse non superiore ai 250 mm.

Nell'intercapedine tra le orditure, sarà inserito un materassino di lana di roccia Knauf Isoroccia 70 di spessore 60 mm e densità di 70 Kg/m<sup>3</sup>.

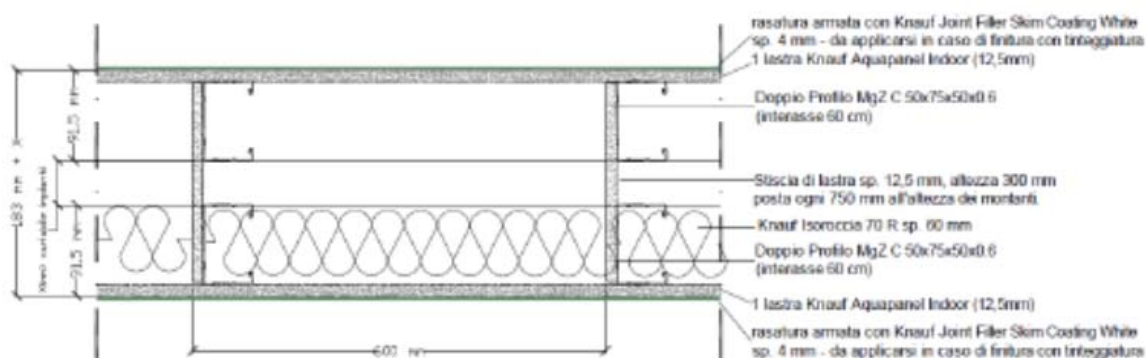
La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura armata dei giunti con stucco a base gesso Knauf e nastro carta microforato, della stuccatura degli angoli e delle teste delle viti, con stucco a base gesso Knauf , in modo da ottenere una superficie con qualità di finitura Q2.

Le modalità per la messa in opera saranno conformi alla norma UNI 11424 e alle prescrizioni del produttore.

(1) Rapporto di prova n. 260384.

#### 28.4.2.7 Knauf W116-parete per attraversamenti impiantistici

Knauf W116, parete a doppia orditura metallica parallela, con rivestimento in singolo strato di lastra Aquapanel Indoor.



Fornitura e posa in opera di parete divisoria interna a doppia orditura metallica e rivestimento in lastre di gesso rivestito Knauf dello spessore totale minimo di 183 mm, altezza massima m 3,50.

L'orditura metallica verrà realizzata in doppia serie parallela profili Knauf in acciaio rivestito con lega di zinco, magnesio e alluminio (UNI EN 10215) Knauf MgZ®, resistenti

alla corrosione, marcati CE (UNI EN 14195), realizzati secondo il sistema qualità UNI EN ISO 9001-2000, e, delle dimensioni di :

- guide a "U" 40/75/40mm sp. 0,6 mm
- montanti a "C" 50/75/50 mm sp. 0,6 mm, posti ad interasse non superiore a 600 mm isolata dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo Knauf con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.

I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI-EN-ISO9001-2000.

Le orditure metalliche saranno distanziate quanto necessario per consentire il passaggio delle reti impiantistiche, e collegate tra loro con elementi di lastre Aquapanel Indoor di 300 mm di altezza, poste a interasse di 750 mm, avvitate all'anima dei montanti.

Il rivestimento dell'orditura sarà realizzato con un singolo strato di lastre in cemento rinforzato Knauf Aquapanel® Indoor, ad elevate prestazioni di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e resistenza all'acqua, (resistenza a trazione ortogonale al piano delle lastre 0,49 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a flessione 8,75 MPa e modulo elastico E>3500 N/mm<sup>2</sup>), costituite da inerti minerali, leganti cementizi e rinforzate con due reti in fibra di vetro sulle due facce, con densità a secco pari a 1050 kg/m<sup>3</sup>, conducibilità termica 0,35 W/mK, prive di elementi combustibili, collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, con marchio CE a norma ETA 07/0173, dello spessore di mm 12.5.

Le lastre saranno orientate orizzontalmente ed avvitate a giunti sfalsati all'orditura metallica con speciali viti AQUAPANEL® Maxi Screws - altamente resistenti alla corrosione - categoria C4 secondo norma EN ISO 12944, poste ad interasse non superiore a 200 mm.

Nell'intercapedine potrà essere inserito un materassino di materiale isolante di tipo Knauf Ekovetro R sp. 85 mm, densità 17 Kg/m<sup>3</sup>.

La sigillatura dei giunti tra le lastre verrà realizzata mediante posa del collante poliuretano Aquapanel Joint Adhesive (PU). Il collante dovrà essere steso in un cordone continuo lungo i bordi della lastra previa pulizia degli stessi.

Rasatura di tutta la superficie eseguita per uno spessore medio di 4 mm con stucco "Aquapanel® Joint Filler and Skim Coating-White", rinforzata con rete in fibra di vetro resistente agli alcali "Aquapanel® Reinforcing Mesh", per ottenere una superficie liscia, pronta per la finitura con intonachino/pittura. Per ottenere una superficie di finitura ulteriormente liscia rasare con un ulteriore strato sottile di "Aquapanel® Joint Filler and Skim Coating-White". Per la successiva tinteggiatura si possono utilizzare la maggior parte delle comuni pitture, comprese le emulsioni a base acquosa, pitture a smalto opaco, colori alle resine polimeriche e pitture a smalto e pitture a smalto epossidiche. Per conferme d'impiego si prega di far riferimento alle istruzioni del produttore della pittura. Per rivestimento ceramico, prevedere il ciclo di applicazione di Knauf Interior Primer, prima del montaggio del rivestimento ceramico e del relativo collante. In questo caso non sarà prevista la rasatura come sopradescritta.

### 28.4.2.8 Riferimenti prestazionali delle partizioni interne ed esterne a secco


Di seguito vengono riportati i riferimenti normativi, ai fini dell'identificazione delle caratteristiche prestazionali delle soluzioni proposte.

Antincendio: sistema di protezione passiva al fuoco

Le soluzioni del Sistema Protezione Passiva Knauf si basano sul metodo sperimentale (utilizzo delle tabelle allegate nel D.M. 16/02/2007 e dei Certificati di prova Knauf).

Il professionista dovrà prendere visione del certificato di prova per l'accertamento dell'applicabilità della soluzione alla situazione in oggetto.

In base al DM 09.03.2007 le nuove modalità di classificazione di resistenza al fuoco che devono possedere le costruzioni e le attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, non includono quelle attività per le quali le prestazioni di resistenza al fuoco sono espressamente stabilite da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi.

TIPOLOGIA	(R.)E.I.	CL.	DESCRIZIONE	CERTIFICATO N°/ DATA/ISTITUTO:	NOTE
	EI 120	A2-s1,d0	<b>PARETE W112</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>orditura metallica C 75x50 mm.</li> <li>rivestimento 2+2 Igniastra® GKF 12,5 mm</li> <li>Hmax= 4,00 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>277459/3262FR</li> <li>Istituto Giordano</li> <li>28/12/2010</li> </ul>	CERTIFICATO EUROPEO (*)
			<b>Fascicolo Tecnico per estensione in altezza fino a 12,80 m</b> Guida superiore con ala maggiorata da 100 o 150 mm, sp. 1,0 mm Montanti da dimensionare in base all'altezza e secondo le NTC 2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fascicolo Tecnico 12/W11/04</li> <li>disponibile SINTESI</li> </ul>	<b>FASCICOLO TECNICO NUOVO!</b>

Per la protezione al fuoco delle pareti, contropareti, soffitti si fa riferimento al DM del 16.02.2007 pubblicato sulla GU del 29/03/2007 “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione” che sostituisce la Circolare 91 del 1961 del Ministero degli Interni.

Statica

Legge 02 Febbraio 1974 n°64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.  
 Circolare Min. LL.PP. 10 Aprile 1997 n° 65 – Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche” di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.

Ordinanza del 20 Marzo 2003 n° 3274 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”

Il D.M. 16/01/1996 – Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi” prescrive i seguenti sovraccarichi variabili, tra cui la spinta orizzontale con carico lineare Hk per i diversi ambienti.

D.M. 14/09/2005 - Norma tecnica - Testo unico sulle costruzioni D.M. 14/01/2008 - Norma tecnica - Testo unico sulle costruzioni prescrive i sovraccarichi variabili per ambienti:

Tabella 3.1.II D.M. 14 gennaio 2008 – Valori dei carichi d'esercizio per le diverse categorie di edifici:

Tabella 3.1. II - D.M. 14 Gennaio 2008

Le pareti Knauf possono essere variamente dimensionate per una adeguata resistenza meccanica tenendo conto dei requisiti di:

- altezza della parete;
- sovraccarichi orizzontali;
- resistenza agli urti.

#### Sovraccarichi orizzontali

Le pareti divisorie Knauf possono essere dimensionate conformemente alle norme di sicurezza per quanto riguarda i carichi statici secondo il D.M. 14 gennaio 2008. In base al Decreto, alle pareti possono essere attribuiti sovraccarichi orizzontali lineari a quota 120 cm secondo la classificazione della tabella a fianco.

Consultare il Settore Tecnico Knauf per il corretto dimensionamento e per i relativi calcoli di verifica statica.

#### Resistenza agli urti

Le pareti Knauf sono conformi alle norme di sicurezza delle Direttive Comuni per l'Agreement tecnico dei tramezzi leggeri (Fasc. CSTB 1215 edito dall'ICI TE) e non si sfaldano né si deteriorano in modo pericoloso per gli occupanti sotto l'azione di:

- urto di un corpo molle con energia d'impatto di 24 kgm.
- urto con un'energia d'impatto di 1 kgm.

Sono disponibili anche soluzioni tecniche conformi alle severe norme di resistenza agli urti per l'Edilizia Scolastica (D.M. 18/12/1975 e L. n. 23 del 11/1/1996).

Per questi casi, consultare il Settore Tecnico Knauf.

Gat.	Ambienti	q <sub>s</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Q <sub>s</sub> (kN)	H <sub>s</sub> (kN/m)
A	<b>Ambienti ad uso residenziale.</b> Sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi. (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento)	2,00	2,00	1,00
B	<b>Uffici.</b> Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	2,00 3,00	2,00 2,00	1,00 1,00
	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Ospedali, ristoranti, caffè, banche, scuole	3,00	2,00	1,00
	Cat. C2 Baroni, teatri e sale conili, sale convegni, cinema, teatri, chiese, tribune con posti fissi	4,00	4,00	2,00
C	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli per il libero movimento della persona, quali musei, sale per esposizioni, stazioni ferroviarie, sale da ballo, palestre, tribune libere, edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune	5,00	5,00	3,00
	<b>Ambienti ad uso commerciale</b>			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini, librerie...	5,00	5,00	2,00
	<b>Biblioteche, archivi, magazzino ambienti ad uso industriale.</b>			
	Cat. E1 Biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	6,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale, da valutarsi caso per caso	-	-	-
	<b>Rimesse e parcheggi</b>			
	Cat. F Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico fino a 30 kN	2,50	2 x 10,00	1,00**
F-G	Cat. G Rimesse e parcheggi per il transito di automezzi di peso a pieno carico superiore a 30 kN; da valutarsi caso per caso	-	-	-
	<b>Coperture e sottotetti</b>			
	Cat. H1 Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione	0,50	1,20	1,00
H	Cat. H2 Coperture praticabili Cat. H3 Coperture speciali (impianti, eliporti, altri) da valutarsi caso per caso	-	-	secondo categoria di appartenenza -

\* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati

\*\* per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle banchine esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso

Per la categoria "C1", le pareti devono resistere ad una spinta orizzontale con carico lineare H<sub>k</sub> = 1,0 kN/m.

La stratigrafie pareti Knauf di cui alle seguenti voci di capitolato, sono opportunamente dimensionate in funzione dell' altezza, ed è soggetta ai seguenti carichi:

- Peso proprio

- Azione della folla, spinta orizzontale concentrata ad altezza di m 1,20 dal piede
- Azione del vento (solo per tamponatura esterna)
- Azione orizzontale sismica, proporzionale al peso della parete in funzione della zona sismica.

La verifica risulta soddisfatta per:

- Verifica di resistenza
- Verifica di deformazione
- Verifica di rottura delle lastre Knauf

Per il caso specifico la verifica è stata eseguita sulla pareti di seguito illustrate, ed è stato svolto un dimensionamento statico delle orditure in acciaio del Sistema a Secco Knauf, per altezze pari a m 3,50.

Riferimenti di biocompatibilità

In relazione alle caratteristiche di biocompatibilità dei sistemi a secco Knauf, si sottolinea che le lastre Knauf sono state sottoposte a collaudo da parte dell'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim.

Il sigillo di collaudo “consigliato dal punto di vista biologico-abitativo” delle lastre Knauf, è stato creato per dare la possibilità al fruitore, cosciente dei problemi legati alla salute e all'ecologia, di proteggersi nel suo ambiente abitativo dai danni alla salute provocati da materiali edili ed oggetti di arredamento.

Le prove effettuate sul materiale prendono in esame l'emissione di sostanze nocive e di metalli pesanti, radioattività, l'emissione di polveri fini, la capacità di diffusione ed assorbimento, il comportamento al calore e l'inquinamento.

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

### ***28.4.3 Partizione interna orizzontale***

*Solai*

Per i solai interni valgono le stesse norme e prescrizioni descritte per le strutture portanti orizzontali.

### ***28.4.4 Partizione interna inclinata***

*Scale interne*

Secondo quanto previsto dal D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, le scale devono presentare un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo. Ove questo non risulti possibile è necessario mediare ogni variazione del loro andamento per mezzo di ripiani di adeguate dimensioni. Per ogni rampa di scale i gradini devono avere la stessa alzata e pedata. Le rampe devono contenere possibilmente lo stesso numero di gradini, caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata.

Le porte con apertura verso la scala devono avere uno spazio antistante di adeguata profondità.

I gradini delle scale devono avere una pedata antisdrucchiolevole a pianta preferibilmente rettangolare e con un profilo preferibilmente continuo a spigoli arrotondati.

Le scale devono essere dotate di parapetto atto a costituire difesa verso il vuoto e di corrimano. I corrimano devono essere di facile prendibilità e realizzati con materiale resistente e non tagliente.

La larghezza delle rampe e dei pianerottoli deve permettere il passaggio contemporaneo di due persone ed il passaggio orizzontale di una barella con una inclinazione massima del 15 per cento lungo l'asse longitudinale. Le scale comuni e quelle degli edifici aperti al pubblico devono avere i seguenti ulteriori requisiti:

- la lunghezza delle rampe deve essere contenuta; in caso contrario si deve interporre un ripiano in grado di arrestare la caduta di un corpo umano;
- il corrimano deve essere installato su entrambi i lati;
- in caso di utenza prevalente di bambini si deve prevedere un secondo corrimano ad altezza proporzionata;
- è preferibile una illuminazione naturale laterale. Si deve dotare la scala di una illuminazione artificiale, anche essa laterale, con comando individuabile al buio e disposto su ogni pianerottolo;
- le rampe di scale devono essere facilmente percepibili, anche per i non vedenti.

Le rampe di scale che costituiscono parte comune o siano di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 1,20 m, avere una pendenza limitata e costante per l'intero sviluppo della scala. I gradini devono essere caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata (pedata minimo 30 cm): la somma tra il doppio dell'alzata e la pedata deve essere compresa tra 62-64 cm.

Il profilo del gradino deve presentare preferibilmente un disegno continuo a spigoli arrotondati, con sottogrado inclinato rispetto al grado, e formante con esso un angolo di circa 75°-80°.

In caso di disegno discontinuo, l'aggetto del grado rispetto al sottogrado deve essere compreso fra un minimo di 2 cm e un massimo di 2,5 cm.

Un segnale al pavimento (fascia di materiale diverso o comunque percepibile anche da parte dei non vedenti), situato almeno a 30 cm dal primo e dall'ultimo scalino, deve indicare l'inizio e la fine della rampa.

Il parapetto che costituisce la difesa verso il vuoto deve avere un'altezza minima di 1,00 m ed essere inattraversabile da una sfera di diametro di cm 10. In corrispondenza delle interruzioni del corrimano, questo deve essere prolungato di 30 cm oltre il primo e l'ultimo gradino. Il corrimano deve essere posto ad una altezza compresa tra 0,90-1 m. Nel caso in cui è opportuno prevedere un secondo corrimano, questo deve essere posto ad una altezza di 0,75 m. Il corrimano su parapetto o parete piena deve essere distante da essi almeno 4 cm.

Le rampe di scale che non costituiscono parte comune e non sono di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 0,80 m. In tal caso devono comunque essere rispettati il già citato rapporto traalzata e pedata (in questo caso minimo 25 cm), e l'altezza minima del parapetto.

#### *Scale in cemento armato*

La loro realizzazione richiede l'impiego delle casseforme entro le quali viene colato il calcestruzzo. Le scale in cemento armato possono distinguersi in:

– Scale a sbalzo: in esse la rampa risulta costituita dall'insieme dei gradini uscenti a sbalzo dalla struttura portante (muratura della gabbia, colonna centrale, ovvero da una trave a ginocchio in c.a. che poi viene mascherata dai muri di tamponamento). L'ossatura dei gradini che costituiscono la rampa vanno realizzati contemporaneamente alla struttura portante, generalmente in c.a., costituendo quindi un unico corpo monolitico.

Se la muratura portante può essere composta anche con mattoni o blocchi in laterizio, l'esecuzione della muratura viene interrotta temporaneamente, a livello del piano d'intradosso della rampa, per consentire l'appoggio dei gradini e dei pianerottoli. All'incastro della scala si perverrà dopo il getto del calcestruzzo, entro l'apposita cassaforma, a muratura ultimata.

In entrambi i casi, al fine di costituire un collegamento fra tutte le mensole, si provvederà a dotare la rampa di un proprio spessore statico non inferiore a 6 cm, chiamato anima della rampa, nel quale vengono disposti i ferri ripartitori.

– Scale a soletta continua: la rampa è formata da una soletta continua in c.a. (a ginocchio o curvilinea), sulla quale sono appoggiati i gradini; questi ultimi si possono realizzare contemporaneamente alla soletta oppure in un secondo tempo con laterizi forati o conglomerato cementizio leggero. Lo spessore della soletta sarà fornito dai relativi calcoli statici; comunque è consigliabile che esso non sia inferiore a cm 10.

#### *Scale prefabbricate*

Sia la prefabbricazione totale che quella parziale devono sottostare alle seguenti condizioni essenziali:

- la scala deve essere formata dal minor numero di componenti possibile;
- i vari componenti devono poter essere montati, nei limiti del possibile, senza necessità di casseri o di ulteriore manodopera per finitura in cantiere;
- deve poter essere posta in opera in tempo utile per assicurare la circolazione verticale del personale addetto al cantiere e dei materiali;
- deve essere resistente all'usura di cantiere in modo da poter essere consegnata in condizioni perfette.

Una scala prefabbricata esclusivamente ad uso privato può essere progettata con un'alzata di cm 20 ed una pedata di 25 cm e consente di salire a 3 metri con 15 passi. Considerando la formula ergonomica  $2a + p = 63-65$ , una scala prefabbricata può arrivare al parametro 65 con un ingombro minore rispetto ad una rampa rettilinea: quest'ultima infatti occuperà circa 4,60 m<sup>2</sup> di superficie contro i 3,1 m<sup>2</sup> della scala prefabbricata.

#### Scale prefabbricate in metallo

Le scale prefabbricate in metallo sono integralmente prefabbricate in officina e vengono montate in cantiere con elementi gradino o a rampe intere. Il rivestimento definitivo dei gradini viene montato solo all'ultimo momento poiché, per il cantiere, viene utilizzato il piano in lamiera dei gradini. Nei tipi più avanzati si arriva all'eliminazione totale delle saldature in sito, il che permette di avere già predisposta fin dall'officina la verniciatura o la finitura definitiva delle parti metalliche, mentre la protezione in cantiere può venir affidata a pellicole asportabili al momento della consegna. Con questi materiali si possono costruire scale di sicurezza antincendio di ogni tipologia e misura, garantendo quindi la ricercata flessibilità progettuale.

#### *Scale prefabbricate in calcestruzzo*

Le scale prefabbricate in calcestruzzo possono venir prefabbricate in officina o in cantiere ed a loro volta possono essere distinte in due tipi fondamentali:

- ad elementi di prefabbricazione pesante, che comporta al massimo quattro pezzi da montare per ogni piano e cioè due rampe, un pianerottolo intermedio ed il pianerottolo d'arrivo. Con questo sistema sorgono solo problemi di montaggio date le dimensioni ed il peso dei singoli elementi, ed inoltre vi è una certa rigidità dimensionale, rigidità che aumenta con il diminuire del numero dei componenti;
- a gradini e guide di sostegno indipendenti, che offre alcuni vantaggi: montare in cantiere solo le guide a cremagliera con dei gradini provvisori in legno, rimandando la posa dei gradini definitivi (completamente rifiniti) solo al momento della consegna. Un altro vantaggio consiste nella possibilità di avere dei sostegni in calcestruzzo a faccia vista perfetti solo se le casseforme sono curate, mentre i gradini possono essere realizzati in materiali differenti come marmo, metallo, legno, materie plastiche, calcestruzzo, ecc. e possono essere presi singolarmente o variamente combinati tra loro. Anche il montaggio è semplificato per quanto riguarda le dimensioni ed il peso dei componenti, mentre le misure possono, entro certi limiti ed a seconda del sistema adottato, avere una buona elasticità.

Si può anche attuare solo una prefabbricazione parziale, sia in officina che in cantiere, usando solo i gradini prefabbricati costituiti da svariati materiali e messi in opera durante la costruzione sia se il gradino è un pezzo monolitico completo di finitura, sia se il gradino è composto da un supporto e da un rivestimento. Questo sistema è più oneroso per la maggior incidenza di manodopera e di opere secondarie che comporta, ma è più elastico dimensionalmente, ed inoltre può essere conveniente dal punto di vista economico nel caso di costruzioni di mole modesta.

#### *Scale prefabbricate modulari (scale a giorno)*

Particolarmente indicate nelle ristrutturazioni, le scale modulari offrono anche vantaggi nel campo delle nuove costruzioni per la loro velocità (l'intero ciclo delle operazioni di montaggio si svolge in sei-otto ore) e semplicità di posa. Il sistema modulare consente di montare scale senza interventi sulla struttura.



La colonna vertebrale sarà costituita da una serie di elementi in acciaio stampato che, uniti tra loro, determinano la struttura di supporto dei gradini. Gli elementi consentono una libera regolazione in orizzontale e in verticale, che permette una realizzazione di scale con qualsiasi forma: a chiocciola, rettilinea, ellittica, a esse.

In genere si realizzano due elementi per consentire il fissaggio dell'intera struttura al pavimento ed al solaio.

I gradini possono essere realizzati in legno lamellare, pigmentati in tonalità diverse e finiti con vernici protettive. Sono predisposti per il fissaggio alla struttura portante e per l'inserimento delle colonnine di ringhiera e sono disponibili in cinque larghezze diverse: 640, 740, 840, 940, 1040 mm, con profondità fino a 315 mm. La pedata è di 255 mm per tutti i gradini, escluso l'ultimo che misura 315 mm. Inoltre i gradini vengono coperti con apposite pedane antisdrucciolo ed antirumore.

Il corrimano può essere in materia plastica, ed è dotato di un'anima flessibile interna in metallo che permette al pezzo di assumere qualsiasi forma e curvatura.

Prima di iniziare l'operazione, occorre misurare la distanza tra soletta e pavimento, così da poter calcolare l'esatta dimensione delle alzate. La posa inizia sempre dal solaio.

Le operazioni, che si ripetono identiche per ogni elemento, si articolano in:

- montaggio provvisorio del supporto e del gradino: alla soletta va fissata una piastra dotata di due prigionieri mobili ai quali si fissa il supporto che si appoggia e si assicura con due dadi da non stringere definitivamente. Al supporto va poi fissato il gradino, tramite cinque bulloni con testa a brugola;
- misurazione dell'alzata di un gradino rispetto a quello superiore: è necessario misurare con precisione il parallelismo e la distanza tra la soletta e il gradino agendo sui dadi del supporto per compensare eventuali differenze;
- fissaggio definitivo del supporto appena ottenuta la posizione desiderata;
- smontaggio dell'ultimo gradino per l'inserimento del supporto successivo infilato a baionetta da sotto e bloccato con i due elementi appositi.

Per aiutarsi nelle misurazioni è bene infilare nei gradini le colonnine dei corrimano che, attraversando due gradini successivi, consentono di fissarne la reciproca posizione con precisione.

Ogni tre o quattro gradini montati è bene sistemare un sostegno che sorregga il peso della porzione di scala, evitando flessioni che potrebbero compromettere la corretta messa in opera della sezione successiva. Si procede così fino all'ultimo supporto, che incorpora la piastra di fissaggio al pavimento. Anche in questo caso le operazioni sono analoghe alle precedenti: dopo aver montato l'ultimo gradino e dopo aver determinato le misure esatte, lo si asporta per consentire di praticare i cinque fori al pavimento.

Terminato il fissaggio della piastra si procede verificando di nuovo, con una livella o bolla, la planarità di ogni singolo gradino, che solo a questo punto può essere fissato stringendo i quattro bulloni a brugola. La struttura della scala è così terminata: si eliminano adesso i sostegni e si completano gli elementi di finitura. Innanzitutto è necessario fissare le staffette di appoggio, che servono a scaricare le flessioni orizzontali alla parete senza che le forze torsionali gravino sulla spinta dorsale della scala. Le piccole staffe sono costituite da un tubetto metallico, dello stesso diametro delle colonnine del corrimano, tagliato a

misura e fissato, da un lato, alla parete con tre tasselli a pressione, dall'altro all'elemento che collega tra loro lateralmente i gradini. Un'altra staffa di collegamento va fissata tra le colonnine del corrimano ogni volta che questo si interrompe per seguire la curvatura della scala. Simili alle precedenti, le staffe si fissano tramite due pinze con bloccaggio dato da una vite a brugola.

Successivamente va completato il corrimano. Con una vite si assicurano alle colonnine le piastrine di aggancio su cui vanno fissati i moduli corrimano tagliati a misura. Le ultime operazioni consistono nell'inserimento di tappi di materiale plastico a chiusura degli alloggiamenti degli occhielli nei gradini, e nell'incollaggio delle pedane antisdrucchiolo. Queste ultime, fornite dall'azienda già a misura, vanno applicate con due strisce di nastro bi-adesivo e contribuiscono a riparare il gradino da eventuali scheggiature.

### *Scale in ferro*

Queste scale dovranno sottostare alla normativa antincendio. La struttura portante delle rampe e dei pianerottoli è costituita da travi (longarine) a C o a doppio T, collegate tra loro con saldature e bulloni.

La costruzione richiede l'uso combinato di travi rettilinee e travi sagomate a Z (travi a ginocchio), che si sviluppano attorno a pilastri in profilato di ferro del tipo ad ala larga (HE) posti agli angoli del pozzo e ancorati alla base in basamenti di calcestruzzo armato. La struttura così composta verrà vincolata ai pilastri per mezzo di bulloni, su piastre preventivamente saldate alle estremità delle ali dei pilastri e delle longarine, in corrispondenza dei punti di unione.

Per piegare le travi a ginocchio occorre prima asportare un triangolo di materiale avente base  $b = 2h \operatorname{tg} / 2$  (dove  $\operatorname{tg}$  è il rapporto alzata/pedata del gradino ed  $h$  è l'altezza del profilato meno lo spessore dell'ala), poi accostare i margini risultanti dal taglio, e infine saldarli.

I ripiani dei gradini e dei pianerottoli sono generalmente realizzati con grigliati o lamiere stampate, fissati entro telai in ferro angolare, a loro volta bullonati alle travi perimetrali.

### *Scale con soluzione mista*

L'ossatura portante delle rampe e dei pianerottoli è costituita da travi in ferro a C, o a doppio T; tra una trave e l'altra si realizza una soletta in calcestruzzo armato, oppure si possono inserire dei tavelloni in laterizio, sui quali viene steso uno strato di conglomerato cementizio dello spessore di 4 cm circa con interposizione della rete d'acciaio elettrosaldata di diametro di mm 4 per la ripartizione dei carichi.

Sopra la struttura della rampa vengono costruiti i gradini al rustico, formati con mattoni forati o altri materiali leggeri. In un secondo tempo si eseguono le operazioni di finitura: rivestimento degli scalini e dei pianerottoli, intonacature delle superfici in vista, posa dello zoccolino e delle ringhiere. Allo scopo di evitare che in prossimità delle putrelle l'intonaco possa essere soggetto a screpolature è opportuno ricoprire le ali con gli appositi copriferri in cotto, ovvero con della rete metallica zincata.

### *Rampe interne*

Il D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che la pendenza di una rampa va definita in rapporto

alla capacità di una persona su sedia a ruote di superarla e di percorrerla senza affaticamento anche in relazione alla lunghezza della stessa. Si devono interporre ripiani orizzontali di riposo per rampe particolarmente lunghe. Valgono in generale per le rampe accorgimenti analoghi a quelli definiti per le scale.

Non viene considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m ottenuto esclusivamente mediante rampe inclinate poste in successione.

La larghezza minima di una rampa deve essere:

- di 0,90 m per consentire il transito di una persona su sedia a ruote;
- di 1,50 m per consentire l'incrocio di due persone. Ogni 10 m di lunghezza ed in presenza di interruzioni mediante porte, la rampa deve prevedere un ripiano orizzontale di dimensioni minime pari a 1,50 x 1,50 m, ovvero 1,40 x 1,70 m in senso trasversale e 1,70 m in senso longitudinale al verso di marcia, oltre l'ingombro di apertura di eventuali porte.

Qualora al lato della rampa sia presente un parapetto non pieno, la rampa deve avere un cordolo di almeno 10 cm di altezza.

La pendenza delle rampe non deve superare l'8 %. Sono ammesse pendenze superiori, nei casi di adeguamento, rapportate allo sviluppo lineare effettivo della rampa.

#### ***28.4.5 Partizione esterne***

#### ***28.4.6 Partizione esterna verticale***

Per quanto riguarda le partizioni esterne verticali valgono le medesime prescrizioni ed i regolamenti validi per le chiusure verticali e per le partizioni interne verticali.

#### ***28.4.7 Partizione esterna orizzontale***

##### *Passerelle*

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, i corridoi ed i passaggi devono presentare andamento quanto più possibile continuo e con variazioni di direzione ben evidenziate.

I corridoi non devono presentare variazioni di livello; in caso contrario queste devono essere superate mediante rampe. La larghezza del corridoio e del passaggio deve essere tale da garantire il facile accesso alle unità ambientali da esso servite e in punti non eccessivamente distanti tra loro essere tale da consentire l'inversione di direzione ad una persona su sedia a ruote.

Il corridoio comune posto in corrispondenza di un percorso verticale (quale scala, rampa, ascensore, servoscala, piattaforma elevatrice) deve prevedere una piattaforma di distribuzione come vano di ingresso o piano di arrivo dei collegamenti verticali, dalla quale sia possibile accedere ai vari ambienti, esclusi i locali tecnici, solo tramite percorsi orizzontali.

I corridoi o i percorsi devono avere una larghezza minima di 100 cm, ed avere allargamenti atti a consentire l'inversione di marcia da parte di persona su sedia a ruote. Questi

allargamenti devono di preferenza essere posti nelle parti terminali dei corridoi e previsti comunque ogni 10 m di sviluppo lineare degli stessi.

#### **28.4.8 Partizione esterna inclinata**

##### *Scale in pietra da taglio*

Le specie di pietra da usare saranno soprattutto del tipo duro (arenarie, basalto, granito, gneiss, sienite, marmo, calcari, tufo). I gradini dovranno essere massicci, avranno le facce piane lavorate a martellina e se non si tratta di pietre troppo compatte potranno essere levigate. Se la scala dovrà essere vista anche dal di sotto, occorrerà levigare tutte e quattro le facce del gradino, altrimenti ci si limiterà a levigare solo le due a vista.

Soprattutto nel caso di scale all'aperto, occorrerà sigillare bene i giunti perché non possa penetrare l'acqua, che con il gelo può poi smuovere i gradini. È preferibile, inoltre, dotare la pedata di un'inclinazione verso fronte di 1/100 della sua larghezza.

##### *Rampe esterne*

Per le rampe esterne valgono le prescrizioni indicate per le rampe interne.

### **28.5 Prescrizioni tecniche per esecuzione di opere complementari**

#### **28.5.1 Opere in marmo e pietre naturali**

Le opere in marmo, pietre naturali od artificiali dovranno in genere corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta.

Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Impresa dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione dei Lavori, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna, ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione dei Lavori potrà fornire all'Impresa all'atto dell'esecuzione; e quest'ultima avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi, ecc.

Per le opere di una certa importanza, la Direzione dei Lavori potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Impresa la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il

tutto a spese dell'Impresa stessa, sino ad ottenere l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare finitura.

Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Impresa di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione dei Lavori alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando essa Impresa in caso contrario unica responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera.

Essa avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione dei Lavori.

### **28.5.2 Opere da cementista e stuccatore**

#### *Cementi decorativi*

I cementi decorativi, gettati in opera ad imitazione di pietra naturale di qualsiasi tipo e colore, comportano la formazione di uno strato superficiale con impasto di sabbia normale, polvere di marmo, graniglia e scaglia con cemento, variamente lavorato (raspato, martellinato, spuntato).

L'opera del cementista comporta la rasatura a gesso del cassero predisposto dall'Imprenditore edile, la formazione della sagoma di ornato, il necessario getto dell'impasto di cemento e graniglia (con polvere di marmo, scaglia, coloranti, ingredienti) della stessa pietra naturale da imitare con uno spessore non inferiore a 10 mm, ed esteso a tutta la parte destinata a rimanere in vista.

Eseguito a cura dell'Imprenditore edile il getto di calcestruzzo a riempimento dell'eventuale spazio residuo fra il cemento decorativo e la struttura muraria portante ed il disfacimento del cassero, il cementista provvede alla pulizia del cemento decorativo, alla ripassatura, profilatura degli spigoli, rettifica di imperfezioni, sigillature e finitura della superficie vista come prescritta.

I cementi decorativi gettati in opera comportano la fornitura dei materiali occorrenti, gesso, sabbia normale, polvere di marmo, graniglia, scaglie, cemento e le prestazioni di mano d'opera da specialista: sono escluse le prestazioni di competenza dell'Imprenditore edile (cassero, calcestruzzo, ferro di armatura, disarmo del cassero), i ponteggi, le impalcature e le opere provvisorie.

I cementi decorativi si computano a metro quadrato.

#### *Microcemento*

Rivestimento cementizio a base di cemento e resina a base di minerali scelti colorati in massa avente caratteristiche di anticarbonatazione ed a base di speciali leganti idraulici ed additivi specifici atti a migliorarne la qualità, con uno spessore totale compreso fra 2 e 3 mm idoneo per l'applicazione su predisposti massetti, privo di giunzioni strutturali, idoneo ad alti volumi di traffico, realizzato mediante spatolatura manuale al fine di un effetto naturale, dotato di attestato di idoneità eco-sostenibile.

Il materiale verrà applicato, previa applicazione di mano di fondo con interposta rete in fibra di vetro alcali free, in due o più mani date a spatola e successivamente protetto con finitura satinata opaca.

#### *Intonachi speciali*

Gli intonachi speciali, eseguiti dallo specialista (intonaco di cemento decorativo, intonaco colorato pietrificato, intonaco con graniglia lavata a getto) comportano l'applicazione alle strutture murarie di uno strato di cemento e graniglia con aggiunta di coloranti ed ingredienti particolari e finiture delle superfici viste, diverso a seconda del tipo di intonaco.

La finitura della superficie vista dell'intonaco in cemento decorativo può essere rasata, martellinata o spuntata.

Per l'intonaco colorato pietrificante, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cementante neutro, idrofugo in polvere, colori minerali fini, granulati quarzosi e di diverse dimensioni e dosati in modo da assicurare la massima compattezza dell'impasto, la lamatura della superficie finita; tale intonaco può essere applicato mediante spruzzatura con idonea apparecchiatura; la spruzzatura non comporta ulteriore lavorazione della superficie vista.

Per intonaco con graniglia lavata a getto, esso comporta l'applicazione di uno strato di impasto a base di cemento, sabbia, granulato di pietra naturale di colori vari prestabiliti. Successivamente all'applicazione dell'impasto, si procede con lavatura a getto, all'asportazione dello strato superficiale, rimanendo in vista la superficie granulare.

Gli intonachi si misurano in base alla loro superficie effettiva in proiezione verticale (per le pareti) ed orizzontale (per soffitti e plafoni) senza tener conto di sporgenze, rientranze e riquadri inferiori a 5 cm.

La rasatura a gesso di pareti verticali, orizzontali, inclinate, piane e curve deve essere effettuata con una miscela di gesso da stuccatore e di calce adesiva in polvere nelle proporzioni di 60 parti di gesso e 40 di calce, in spessore non inferiore a 5 mm e non superiore a 10 mm, su preesistente intonaco rustico eseguito in piano con fasce; eventuali difetti dell'intonaco rustico devono essere corretti con malta a cura e spesa dell'esecutore dell'intonaco prima che venga applicata la rasatura a gesso. Questa deve essere eseguita in piano; la superficie di essa, sia in senso verticale che orizzontale non deve presentare ondulazioni, fuori quadro, strapiombi rilevabili ad occhio nudo o con normali sistemi di controllo; gli angoli e spigoli (rientranti e sporgenti) devono risultare assolutamente rettilinei in verticale, orizzontale ed in squadra; le superfici devono essere assolutamente prive di calcinaroli, graffi, tacche, grumi, rugosità ed altri difetti che compromettano la regolarità e la planarità delle pareti e plafoni.

Il rivestimento a soffitto con pannelli di gesso armato comprende, oltre alla fornitura del pannello e relativa mano d'opera dello specialista e suo aiutante, la fornitura dei tiranti in filo di ferro zincato ed il loro aggancio alla preesistente struttura portante; qualora sia necessaria l'esecuzione di una struttura in legno, cui fissare il rivestimento di gesso, questa viene compensata a parte.

Le rasature a gesso si computano a metro quadrato di superficie effettiva e comprendono la rasatura sulle pareti, la formazione di spigoli ed angoli, le riprese, i ripristini, i ritocchi, con un minimo contabilizzato a 1 m<sup>2</sup> per la rasatura ed il rivestimento in pannelli di gesso misurati in sviluppo di superficie, escluso aggetti, rientranze e sporgenze inferiori a 5 cm e con un minimo di 1 m per le opere misurate a metro lineare.

### **28.5.3 Opere in legno**

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Qualora venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, nelle facce di giunzione verranno interposte delle lamine di piombo o di zinco od anche del cartone incatramato.

Le diverse parti componenti un'opera in legname devono essere fra loro collegate solidamente in tutti i punti di contatto mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, chivarde, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiarne prima il conveniente foro con succhiello.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

#### *Porte*

In base al D.M. 14 giugno 1989, n. 236, “Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata”, le porte di accesso di ogni unità ambientale devono essere facilmente manovrabili, di tipo e luce netta tali da consentire un agevole transito anche da parte di persona su sedia a ruote; il vano della porta e gli spazi antistanti e retrostanti devono essere complanari.

Occorre dimensionare adeguatamente gli spazi antistanti e retrostanti, con riferimento alle manovre da effettuare con la sedia a ruote, anche in rapporto al tipo di apertura.

Sono ammessi dislivelli in corrispondenza del vano della porta di accesso di una unità immobiliare, ovvero negli interventi di ristrutturazione, purché questi siano contenuti e tali comunque da non ostacolare il transito di una persona su sedia a ruote.

Per dimensioni, posizionamento e manovrabilità la porta deve essere tale da consentire una agevole apertura della/e ante da entrambi i lati di utilizzo; sono consigliabili porte scorrevoli o con anta a libro, mentre devono essere evitate le porte girevoli, a ritorno automatico non ritardato e quelle vetrate se non fornite di accorgimenti per la sicurezza. Le

porte vetrate devono essere facilmente individuabili mediante l'apposizione di opportuni segnali. Sono da preferire maniglie del tipo a leva opportunamente curvate ed arrotondate.

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

Gli spazi antistanti e retrostanti la porta devono essere dimensionati nel rispetto dei minimi previsti negli schemi grafici di seguito riportati.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm). Devono inoltre, essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento. L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione inferiore a 8 kg.

#### **28.5.4 Opere da fabbro e serramentista**

Nelle opere di ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la Direzione dei Lavori con particolare attenzione nelle saldature e ribaditure. I fori saranno tutti eseguiti con trapano; le chiodature, ribaditure, ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere limati. Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino il più leggero indizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere fornita a piè d'opera con mano di antiruggine.

Per ogni opera in ferro a richiesta della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore avrà l'obbligo di presentare il relativo modello alla preventiva approvazione. L'Impresa sarà in ogni caso obbligata a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro essendo responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

– Inferriate, cancellate, ecc. - Saranno costruite a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Esse dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connessioni per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità. Le inferriate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura. In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere diritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato. I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio in numero, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

– Infissi in ferro - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati ferro-finestra o con ferri comuni profilati. In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire l'Amministrazione. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il ferro inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola a seconda di come sarà



richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiature in numero di due o tre parti per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a 12 cm con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura. Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate. Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio. Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

### **28.5.5 Opere da vetraio**

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le latrine si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla Direzione dei Lavori.

Per quanto riguarda la posa in opera, le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno con adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra. Collocata queste in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45°, ovvero si fisserà mediante regoletti di legno e viti.

Potrà inoltre esser richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino.

Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate o con stucco ad orlo inclinato, come sopra accennato, o mediante regoletti di metallo o di legno fissato con viti; in ogni caso si dovrà avere particolare cura nel formare un finissimo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi poi il vetro, e nel ristuccare accuratamente dall'esterno tale strato con altro stucco, in modo da impedire in maniera sicura il passaggio verso l'interno dell'acqua piovana battente a forza contro il vetro e far sì che il vetro riposi fra due strati di stucco (uno verso l'esterno e l'altro verso l'interno).

Potrà essere richiesta infine la fornitura di vetro isolante e diffusore, formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di 2,2 mm, racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da 3 mm) di feltro di fili e fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria esterna mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da 10 a 15 mm, costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità.

Lo stucco da vetraio dovrà sempre essere protetto con una verniciatura a base di minio ed olio cotto; quello per la posa del vetro isolante e diffusore sarà del tipo speciale adatto.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

L'Impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi di vetri passatili dalla Direzione dei Lavori, rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a

quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo.

Essa ha anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri o cristalli, anche se forniti da altre Ditte, a prezzi di tariffa.

Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della Direzione dei Lavori, sarà a carico dell'Impresa.

### ***28.5.6 Opere da lattoniere***

La chiodatura con ribattini di rame, ove occorrente, deve essere doppia con i ribattini alternati ed equidistanti uno dall'altro.

La saldatura con stagno deve essere uniforme e senza interruzioni; i bracci per l'affrancatura dei tubi pluviali devono essere a distanza non superiore ad 1,5 m; le cicogne per sostegno di canali di gronda, a distanza non superiore ad 1 m.

Le sovrapposizioni devono essere non inferiori a 5 cm per i pluviali, a 15 cm per canali e scossaline.

Per i materiali in plastica le connessioni devono essere effettuate con collante in modo da garantire una perfetta tenuta, gli accoppiamenti sia verticali che orizzontali devono essere effettuati in modo da assicurare l'assorbimento delle dilatazioni termiche; in particolare gli elementi per canali di gronda devono comprendere gli angolari normali e speciali, i raccordi, le testate esterne ed interne, con o senza scarico a seconda delle esigenze dell'opera da compiere.

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri materiali dovranno essere delle dimensioni e forme richieste nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchio, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio di piombo ed olio di lino cotto, od anche con due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della Direzione dei Lavori.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture, o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione ed in conformità ai campioni, che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare, a richiesta della Direzione dei lavori, i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc. completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della Direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

### ***Copertura in zinco in doppia aggraffatura***

Fornitura e posa in opera di laminato in lega di zinco-titanio per edilizia verde lichene, prepatinato grigio chiaro con sfumatura di color verde, ottenuto attraverso processo di fosfatazione eseguito in fabbrica (Fosfato di Zinco quadridratato, peso 35 mg/dm<sup>2</sup>, spessore

circa 1 micron) con l'aggiunta di pigmenti minerali e completato con strato protettivo T.O.C. (ThinOrganic Coating) esente da Cromo.

Trattamento Plus laccato anticorrosione sulla faccia inferiore con film poliestere da circa 60 micron. Il laminato in zinco titanio è fornito con marchiatura continua che ne certifica la qualità e le caratteristiche, che superano quelle richieste dalla normativa EN988 (certificati di qualità regolarmente controllati dagli istituti EMPA in Svizzera e ZID in Germania), ed è un materiale ecologico riciclabile al 100%; nastri di larghezza 500mm (430mm circa finito, interasse aggraffature) spessore 0,7mm (7/10).

La tecnica di posa dovrà essere conforme alla tecnica della doppia aggraffatura, ottenibile previa profilatura a macchina delle lamiera di zinco-titanio e sigillatura delle stesse sulla copertura eseguita con macchina aggraffatrice automatica e/o pinze speciali di serraggio.

Il fissaggio delle lamiera deve essere effettuato tramite speciali linguette in acciaio inox, fisse e scorrevoli, saldamente fissate all'assito sottostante tramite viti autofilettanti in inox.

#### *Lattonerie di raccordo camini rettangolari e lucernai*

Fornitura e posa in opera di lattonerie in laminato lega di zinco-titanio per edilizia verde lichene, sviluppo medio lamiera 500mm spessore 0,7mm (7/10) a raccordo di camini rettangolari o lucernai predisposti per copertura in doppia aggraffatura. Il corretto sviluppo delle lamiera dovrà essere definito e quotato in fase di cantierizzazione.

#### **28.5.7 Opere da pittore**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, quindi pomciate e lisiate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciature dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'impresa non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Impresa stessa. Comunque essa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di

quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta.

Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

#### *Verniciature su legno*

Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti, e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

#### *Verniciature su metalli*

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate.

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazione alle varianti introdotte ed alle indicazioni, della tariffa prezzi, senza che l'Impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

a) Verniciature ad olio - Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e a colla;
- levigatura con carta vetrata;
- spalmatura di colla forte;
- applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento, ed eventualmente di essiccativo;
- stuccatura con stucco ad olio;
- accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura;
- seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
- terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con l'omissione delle stuccatura e della spalmatura

con colla; per le opere in ferro, la verniciatura sarà preceduta da applicazione di antiruggine.

b) Verniciature a smalto comune. - Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la Direzione dei Lavori vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro, ecc.). A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

- applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
- leggera pomiciatura a panno;
- applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.

c) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o “buccia d'arancio”:

- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
- stuccatura a gesso e colla;
- mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
- applicazione di uno strato di standolio con leggera aggiunta di biacca in pasta, il tutto diluito con acquaragia;
- applicazione a pennello di due strati di vernice a base di bianco di titanio diluita con acquaragia e con aggiunta di olio di lino cotto in piccola percentuale; il secondo strato sarà eventualmente battuto;
- con spazzola per ottenere la superficie a buccia d'arancio.

d) Verniciature con vernici pietrificanti e lavabili a base di bianco di titanio, su intonaci, tipo con superficie finita liscia o “buccia d'arancio”, tipo “battuto” con superficie a rilievo:

- spolveratura, ripulitura e levigatura delle superfici con carta vetrata;
- stuccatura a gesso e colla;
- mano di leggera soluzione fissativa di colla in acqua;
- applicazione a pennello di uno strato di vernice come sopra cui sarà aggiunto del bianco di Meudon in polvere nella percentuale occorrente per ottenere il grado di rilievo desiderato;
- battitura a breve intervallo dall'applicazione 4), eseguita con apposita spazzola, rulli di gomma, ecc.

e) Verniciature con rivestimento termo ceramico isolante, elastico, impermeabile e traspirante ad altissima riflettanza.

#### Specifiche tecniche

Fornitura e posa in opera, previa idonea preparazione del supporto, di un rivestimento termoceramico isolante per esterni, interni di murature e calcestruzzo, per coperture in metallo, tegole e vecchie guaine bituminose e per terrazze anche calpestabili, avente elevate caratteristiche di elasticità, riflettanza nello spettro visibile fino al 93% e di quello solare fino al 86%, impermeabilità all'acqua  $w=0,035$ , permeabilità al vapor acqueo  $S_d < 2$  m, adesione al supporto  $1,5$  N/mm<sup>2</sup>, ottima resistenza agli agenti atmosferici e

all'invecchiamento. Il prodotto verrà applicato su superfici asciutte e compatte con eventuale stesura dell'apposito primer per superfici porose, steso in almeno due mani a mezzo pennello, rullo, airless per uno spessore minimo di 0,25 mm e secondo le indicazioni del produttore.

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- levigatura con carta vetrata;
- applicazione di una mano preparatoria di primer;
- accurato levigatura con carta vetrata e lisciatura;
- applicazione del prodotto termoisolante;
- stuccatura di eventuali imperfezioni;
- applicazione del prodotto termoisolante in una o due mani a finire..

#### ***28.5.8 Opere di impermeabilizzazione***

La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti di terrazzi, coperture, fondazioni, ecc., risulterà dalla fusione di:

- 60 parti in peso di mastice di asfalto naturale (in pani);
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben secca.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

La pasta di asfalto sarà distesa a strati e a strisce parallele, dello spessore prescritto con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola e sopra di essa, mentre è ancora ben calda, si spargerà della sabbia silicea di granulometria fine uniforme la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico.

Nelle impermeabilizzazioni eseguite con l'uso di cartafeltro e cartonfeltro questi materiali avranno i requisiti prescritti e saranno posti in opera mediante i necessari collanti con i giunti sfalsati.

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze.

Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile (specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, ecc.); le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

#### ***Ciclo applicativo del pacchetto di impermeabilizzazione***

Il supporto in cls costituito da soletta realizzata in calcestruzzo gettato in opera, con cappa di regolarizzazione e formazione linee di pendenza dovrà essere consegnato: liscio, pulito, asciutto, con angoli e spigoli vivi e con pendenze regolari.

*Preparazione del supporto con primer di impregnazione a freddo tipo DERBIPRIMER S*

Fornitura e posa in opera di vernice di impregnazione bituminosa a freddo costituito da bitume di petrolio in solventi idrocarburi. Questa vernice è concepita specialmente per migliorare l'aderenza delle membrane e dei prodotti di impermeabilizzazione a base di bitume su dei supporti porosi.

Caratteristiche tecniche

Massa volumica	0,89 g/cm <sup>3</sup>
Residuo secco	52 ± 2%
Viscosità (ASTM 2556-69)	45 mPa.s a 25°C
Infiammabilità Pensky Martens	22 - 28 °C

Tempo di asciugatura a 20°C □ 3 ore, secondo condizioni climatiche ed assorbimento del supporto

*Posa in opera*

Posa in opera su un supporto pulito, asciutto e compatibile in ragione di 0,30 l/m<sup>2</sup> secondo la rugosità del supporto, per mezzo di pistola airless, rullo o spatola da asfaltatore. Il lavoro sarà interrotto in caso di pioggia. Le superfici da trattare sono tutte le superfici orizzontali, inclinate e verticali sulle quali sarà posta la membrana di impermeabilizzazione.

*Pacchetto impermeabile*

Strato di prima impermeabilizzazione settorizzazione e vincolo della membrana con adesivo bituminoso di aderenza a freddo DERBIBOND NT

Il DERBIBOND NT è un adesivo bituminoso di aderenza a freddo ecocompatibile, senza rischi per il trasporto o l'utilizzo. DERBIBOND NT è un adesivo a freddo senza Composti Organici Volatili (COV). È indicato per l'incollaggio degli strati superiori e dei sottostrati impermeabili bituminosi. Il DERBIBOND NT costituisce uno strato impermeabile supplementare tra il supporto e la membrana impermeabile.

Caratteristiche tecniche

Massa volumica	1,15 g/cm <sup>3</sup>
Infiammabilità Pensky Martens	> 200°C

Posa in opera

Posa in opera su un supporto pulito, asciutto e compatibile, a ragione di ± 1 kg/m<sup>2</sup> per mezzo di racla dentellata speciale.

*Elemento di tenuta Fire resistant e UV resistant DERBIGUM SP® con contenuto di riciclato*

Fornitura e posa in opera di membrana impermeabile DERBIGUM SP prodotta con una miscela di bitume e poliolefine atattiche termoplastiche nobili (TPO), e da additivi ignifughi halogen free rispettosi dell'ambiente. DERBIGUM SP è provvisto di due armature divise composte da tessuto non tessuto di poliestere (150 g/m<sup>2</sup>) e da velo di vetro (55 g/m<sup>2</sup>) posizionate sulla parte superiore della sezione della membrana, conferendole la resistenza ai raggi UV. La membrana dispone di agrément tecnico ATG 1502 e 2053 dell'UBA<sup>t</sup>c (Belgio). La metodologia applicativa dovrà essere contemplata nel certificato Agrément Europeo della membrana.

La durata minima di oltre 25 anni deve essere certificata con rapporto di longevità ICITE. Il sistema di gestione della produzione e del controllo della membrana è certificato ISO 9001, ISO 14001 ed EMAS.

#### *Caratteristiche ecologiche*

DERBIGUM SP è ottenuta con il 12% di membrane riciclate pre-consumo e post-consumo. L'energia utilizzata per la produzione deriva esclusivamente da fonte rinnovabile. Il prodotto è riciclabile al 100%. Contribuisce all'ottenimento dei crediti utili ai fini della certificazione LEED.

Il sistema impermeabile deve essere corredato di certificato di garanzia assicurativa postuma (prodotti + posa), rilasciata dal produttore, per la durata di anni 10 + 5. Il rilascio della garanzia è subordinato al collaudo del cantiere da parte del produttore.

#### CARATTERISTICHE TECNICHE

Spessore	EN 1849-1	4 mm
Stabilità di forma a caldo	EN 1110	140°C
Flessibilità a freddo	EN 1109	-20°C
Resistenza a trazione	EN 12311-1	L: 700 N/5 cm
		T: 650 N/5 cm
Allungamento a rottura	EN 12311-1	L: 45%
		T: 45%
Stabilità dimensionale	EN 1107-1	± 0,2%
Ritiro sui sormonti	Test BDA 022	0 mm
Resistenza alla lacerazione	EN 12310-1	150 N
Resistenza all'urto	EN 12691 (Metodo B)	1750 mm
Resistenza al punzonamento statico	EN 12730 (Metodo A)	20 Kg
Reazione al fuoco	EN 13501-1	Classe E



Resistenza al fuoco esterno	EN 13501-5 secondo ENV 1187-1	B <sub>roof</sub> (t1, t2, t3)
-----------------------------	-------------------------------	--------------------------------

### *Posa in opera*

I rotoli vengono allineati sul supporto sovrapponendoli di 10 cm prima di essere ripiegati. Srotolare la membrana sull'adesivo appena applicato sul supporto. I sormonti devono sempre essere saldati con il bruciatore di sicurezza su tutta la larghezza di 10 cm, e pressati correttamente con rullo pressore di  $\pm 15$  kg. I sormonti trasversali sono di 15 cm. Una piccola quantità di bitume deve fuoriuscire dal sormonto.

NB : I riferimenti a prodotti e marchi registrati sono da considerarsi indicativi e la DL avrà ampia facoltà di accettare, eventualmente mediante pre-qualifica, i prodotti analoghi che ritenesse idonei.

### **28.5.9 Opere di pavimentazione e rivestimento**

Per quanto attiene ai pavimenti, il D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che questi devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdruciolevoli.

Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato.

Nelle parti comuni dell'edificio, si deve provvedere ad una chiara individuazione dei percorsi, eventualmente mediante una adeguata differenziazione nel materiale e nel colore delle pavimentazioni. I grigliati utilizzati nei calpestii debbono avere maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno ecc.; gli zerbini devono essere incassati e le guide solidamente ancorate. Qualora i pavimenti presentino un dislivello, questo non deve superare i 2,5 cm.

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla Direzione dei Lavori.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.

I pavimenti si addenteranno per 15 mm entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'incontro per almeno 15 mm.

I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno dieci giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Impresa avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e per altre cause, l'Impresa dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione.

L'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

### *Sottofondi*

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore minore di 4 cm in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione dei Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo in pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

### *Pavimenti in mattonelle greificate*

Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra dello spessore di 2 cm, che dovrà essere ben battuto e costipato. Quando il sottofondo avrà preso consistenza si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla Direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra. Infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura bagnata e quindi con cera. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego,

dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

#### *Pavimenti in lastre di marmo*

Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

#### *Pavimenti in getto di cemento*

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di 2 cm ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm, lisciato, rigato o rullato, secondo quanto prescriverà la Direzione dei lavori.

Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm disposte a riquadri con lato non superiore a 1 m ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato.

Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perché il disegno risulti ben delineato con contorni netti e senza soluzione di continuità.

Quando il disegno deve essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di cui sopra.

Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in scaglie tra 10 mm e 25 mm, dovranno essere non gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Verona; verde, nero e rosso di Levanto; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, ecc.).

I cubetti in marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di 15 mm circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfasce di contorno, in proporzione all'ampiezza dell'ambiente.

L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fine, fino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, poi con mole leggera, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con un'ulteriore mano di cera.

#### *Pavimenti con rivestimento lapideo*

I marmi possono venire posati su strato di allettamento cementizio o incollati direttamente al supporto. Lo strato di allettamento può essere usualmente costituito da una stesura di malta normale di cemento con aggiunta di calce grezza in ragione di m<sup>3</sup> 0,1 per m<sup>3</sup> di impasto.

I procedimenti di lucidatura e levigatura in opera devono necessariamente venire differiti nel tempo rispetto alla posa onde evitare che tali trattamenti, che prevedono normalmente l'impiego di forti quantità di acqua e fango, possano provocare degni alla superficie lucidata così come alla superficie muraria al contorno.

Alla posa con collante (normalmente composto da impasto di cemento e resine idrosolubili) possono venire facilmente assoggettati i rivestimenti a “tutto marmo”.

In questi casi, dato il ridotto spessore dello strato di collegamento impiegato (3-4 mm) si deve operare su sottofondi particolarmente livellati e comunque resistenti, in grado di assorbire le sollecitazioni derivanti dai carichi cui la pavimentazione verrà sottoposta in fase di esercizio.

Nelle situazioni previste in modelli risolutivi isolati termicamente o acusticamente, lo strato di supporto della pavimentazione lapidea dovrà essere costituito non da un semplice strato di livellamento, ma da un vero e proprio strato di ripartizione dei carichi.

Nel caso di pavimentazione con rivestimento lapideo posato su strato legante cementizio con tecnica convenzionale, non si deve trascurare l'esigenza di frazionare la pavimentazione con giunti di dilatazione estesi a tutto lo spessore dello strato di allettamento, in campi non superiori ai m2 di superficie; da ridurre ulteriormente nel caso di pavimentazioni contenenti impianti di riscaldamento di tipo radiante.

#### *Pavimenti in legno (“parquet”)*

Tali pavimenti dovranno essere eseguiti con legno ben stagionato e profilato di tinta e grana uniforme. Le doganelle unite a maschio e femmina saranno chiodate sopra un'orditura di listelli di ed interasse non superiore a 35 cm.

L'orditura di listelli sarà fissata al sottofondo mediante grappe di ferro opportunamente murate.

Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un coprifilo in legno all'unione tra pavimento e pareti.

La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo. Le precauzioni da adottarsi in questi casi consigliano di evitare la posa in presenza di valori di umidità del supporto superiori al 14%.

Accanto allo strato di supporto vero e proprio dovranno inoltre venire analizzate anche natura e condizioni degli strati sottostanti, con particolare riferimento ad eventuali strati di livellamento, frequentemente realizzati in impasti di calcestruzzo particolarmente porosi ed imbibibili o allo stesso impalcato strutturale anch'esso costituito da alleggerimenti con cavità molto adatte a ritenere l'acqua di costruzione.

È necessario quindi evitare in ogni modo il contatto della pavimentazione con gli elementi umidi del sistema attraverso l'impiego di strati separatori continui posati al di sotto dello strato di supporto. Per tali strati occorre seguire alcune prescrizioni quali: saldatura tra i teli, risvolti in corrispondenza di elementi verticali (pilastri) o in corrispondenza di attraversamenti impiantistici.

Accanto a queste misure d'ordine generale, andranno collocate scelte specifiche rivolte a consentire, perimetralmente al sistema di pavimentazione, il recupero degli incrementi dimensionali dovuti alla eventuale dilatazione attraverso la realizzazione dei giunti di dilatazione, o alla eliminazione di possibili attrezzamenti impiantistici nel supporto con particolare riferimento alle canalizzazioni, per le quali può essere prevedibile l'innescio di fenomeni di condensazione superficiale.

La posa dovrà essere fatta a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro; le doghe saranno disposte a spina di pesce con l'interposizione di bindelli fra il campo e la fascia di quadratura.

I pavimenti di parquet dovranno essere lavati e lucidati con doppia spalmatura di cera, da eseguirsi l'una a lavoro ultimato, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla Direzione dei Lavori.

#### *Pavimenti d'asfalto*

Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di 4 cm di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietta passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

L'asfalto sarà disteso a strati di 2 cm di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulatura uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

#### *Pavimenti in linoleum*

Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasto di cemento e sabbia, o di gesso e sabbia.

La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso.

L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui per ragioni di assoluta urgenza non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernice speciale detta antiumido.

Quando il linoleum debba essere applicato sopra a vecchi pavimenti, si dovranno innanzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il linoleum.

L'applicazione del linoleum, dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali. Il linoleum dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta.

La pulitura dei pavimenti di linoleum dovrà essere fatta con segatura (esclusa quella di castagno), inumidita con acqua dolce leggermente saponata, che verrà passata e ripassata sul pavimento fino ad ottenere pulitura. Dovrà poi il pavimento essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita, e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto. Tale ultima applicazione contribuirà a mantenere la plasticità e ad aumentare l'impermeabilità del linoleum.

#### *Pavimenti sopraelevati*

In fase di determinazione per lo sviluppo planimetrico degli ambienti, è bene operare un coordinamento dimensionale delle superfici in modo da favorire l'impiego di elementi tutti della medesima gamma dimensionale e di evitare eventuali aggiustamenti lungo le zone perimetrali.

Un particolare problema è rappresentato dalla concentrazione dei carichi lungo il sistema di appoggi discreti in tutte quelle situazioni in cui o per la realizzazione della

pavimentazione sopraelevata su pavimentazione preesistente o per la scelta di operare con stratificazioni funzionali già nel pacchetto degli strati componenti la partizione orizzontale (inserimento di strati termocoibenti, o di ammortizzazione) non ci si trovi in condizioni di avere supporti sufficientemente resistenti.

In questi casi è possibile operare sia attraverso l'impiego di strati di ripartizione dei carichi più o meno armati, che tuttavia incidono negativamente aumentando il carico permanente previsto dal sistema strutturale, sia attraverso un aumento delle superfici di appoggio delle singole colonne.

#### *Pavimentazione in grigliato metallico*

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio, tramite bullonatura o sistemi di ancoraggio necessari mediante staffe e casellotti metallici, all'inserimento di supporti elastici per l'ammortizzazione dei rumori d'urto.

#### *Pavimentazione con rivestimento resiliente*

La posa potrà andare dal semplice accostamento e giustapposizione degli elementi, al loro fissaggio.

#### *Rivestimenti di pareti*

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato, dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

### **28.5.10 Opere varie**

In mancanza di norme speciali, verranno seguite le migliori regole d'arte e si seguiranno i lavori nel miglior modo possibile, impegnandovi tutti i mezzi necessari.

Per la misurazione di tali opere, si seguiranno le norme indicate dalla descrizione dei lavori dell'elenco prezzi ed in mancanza di queste da quelle che saranno dettate dal Direttore dei Lavori in base alle normali consuetudini locali.

